



TUGAS AKHIR - MN141581

**DESAIN KAPAL PENANGKAP DAN PENGOLAH IKAN
BERBASIS OPTIMISASI BIAYA OPERASIONAL KAPAL
UNTUK WILAYAH PERAIRAN PASURUAN**

DHIMAS DARMAWAN
NRP. 4112 100 045

Dosen Pembimbing
Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc.,Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017



TUGAS AKHIR - MN141581

**DESAIN KAPAL PENANGKAP DAN PENGOLAH IKAN
BERBASIS OPTIMISASI BIAYA OPERASIONAL KAPAL
UNTUK WILAYAH PERAIRAN PASURUAN**

DHIMAS DARMAWAN
NRP. 4112 100 045

Dosen Pembimbing
Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc.,Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017



FINAL PROJECT - MN141581

**DESIGN OF A FISHING AND PROCESSING VESSEL
BASED ON SHIP OPERATION COST
OPTIMIZATION FOR PASURUAN WATERS AREA**

DHIMAS DARMAWAN
NRP. 4112 100 045

Supervisor
Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING
ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KAPAL PENANGKAP DAN PENGOLAH IKAN BERBASIS OPTIMISASI BIAYA OPERASIONAL KAPAL UNTUK WILAYAH PERAIRAN PASURUAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program S1 Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DHIMAS DARMAWAN PUTRA
NRP. 4112 100 045

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:



Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D
NIP. 19601202 1987011 001

SURABAYA, 19 JANUARI 2017

LEMBAR REVISI

DESAIN KAPAL PENANGKAP DAN PENGOLAH IKAN BERBASIS OPTIMISASI BIAYA OPERASIONAL KAPAL UNTUK WILAYAH PERAIRAN PASURUAN

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 19 Januari 2017

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program S1 Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DHIMAS DARMAWAN PUTRA
NRP. 4112 100 045

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng, Ph.D.
2. Hasanudin, S.T., M.T.
3. Teguh Putranto, S.T., M.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.^{an}

SURABAYA, 19 JANUARI 2017

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, Tugas Akhir yang berjudul **“Desain Kapal Penangkap dan Pengolah Ikan Berbasis Optimisasi Biaya Operasional Kapal untuk Wilayah Perairan Pasuruan”** ini dapat selesai dengan baik. Tidak lupa, pada kesempatan ini, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah berkenan meluangkan waktu, memotivasi dan membagikan ilmunya dalam membimbing pengerjaan Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan FTK–ITS.
3. Bapak Dony Setyawan, S.T., M.Eng. selaku Dosen Wali Departemen Teknik Perkapalan FTK - ITS.
4. Orang tua dan adik penulis: Bapak Hari Supriyanto, Ibu Ida Susanti, Ajeng Shanaz, dan Muhammad Hardhiaz atas dukungan dan doa untuk penulis.
5. Riwian, Rahman, Margono, Andhika, Hilman, Afief, Erwin, Mas Narendra atas bantuan fisik dan pemikiran saat proses pengerjaan Tugas Akhir.
6. Kawan – kawan terbaik yang selalu mendukung dan berbagi selama masa kuliah : *Dream Team*, Gendon Kopi, *Smada Runners*, Smada Sehat, dan adik-adik DEADRISE P54 .
7. Rekan – rekan P52 FORECASTLE, HIMATEKPAL, dan rekan satu dosen wali yang telah memberikan pembelajaran berharga dalam hidup saya.
8. Rekan-rekan satu dosen bimbingan Tugas Akhir yang selalu menjadi *partner* terbaik untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini serta nama-nama lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Januari 2017

Dhimas Darmawan Putra

DESAIN KAPAL PENANGKAP DAN PENGOLAH IKAN BERBASIS OPTIMISASI BIAYA OPERASIONAL KAPAL UNTUK WILAYAH PERAIRAN PASURUAN

Nama Mahasiswa : Dhimas Darmawan Putra
NRP : 4112 100 045
Departemen / Fakultas: Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D

ABSTRAK

Perairan Pasuruan mempunyai potensi perikanan yang cukup besar. Dari data yang diperoleh dari Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur banyak sekali jenis ikan pelagis dan demersal yang memiliki gizi yang tinggi didapatkan dari lokasi ini. Akan tetapi, fasilitas penangkapan ikan dan harga ikan disana tidaklah terlalu baik. Oleh sebab itu perlu ada pengembangan kapal penangkap ikan beserta inovasi untuk mendapatkan kapal ikan yang mampu memberi nilai tambah terhadap tangkapan ikan. Cara yang dapat ditempuh adalah dengan menambah fungsi kapal ikan supaya tidak hanya menjadi kapal penangkap ikan saja, tetapi juga sebagai kapal pengolah ikan sehingga nilai jual hasil tangkapan akan bertambah. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mendesain sebuah kapal penangkap ikan yang baik dan minimum secara biaya operasional. Cara yang ditempuh adalah dengan teknik optimisasi dengan biaya operasional sebagai fungsi obyektif. Perencanaan ukuran kapal ikan, data utama kapal, alat tangkap dan perhitungan-perhitungan pendekatan yang disesuaikan dengan karakteristik daerah pelayaran dari kapal tersebut. Hasil optimum ukuran utama adalah $L_{pp} = 14.70$ m, $B = 3.40$ m, $T = 1.13$ m, $H = 1.3$ m, $C_b = 0.675$, dan $V_s = 9.4$ knot serta didapatkan biaya operasional minimum adalah Rp. 2.407.141. Dari ukuran utama tersebut kemudian dibuat gambar rencana garis dan gambar rencana umum.

Kata Kunci : Pengolah Ikan, Kapal ikan, Perairan Pasuruan, Optimisasi

DESIGN OF A FISHING AND PROCESSING VESSEL BASED ON OPERATION COST OPTIMIZATION FOR PASURUAN WATERS AREA

Author : Dhimas Darmawan Putra
ID No. : 4112 100 045
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering /
Marine Technology
Supervisor : Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D

ABSTRACT

Pasuruan Waters Area has good potential in fishery. East Java Marine Fisheries Department says there are a lot of pelagic and demersal fish .But, facilities and fish price are not good for fisherman. From that problem, research and innovation for fishing vessel are needed to get fishing vessel which has added value for fish. One of a lot of ways is adding more function from fishing vessel, from that way, fishing vessel not only catch the fish, but also can process the fish and can increase the price of fish. Another way is minimize the operational cost, from that way the income from owner and fisherman will increase. The method to get minimum operational cost is optimization technique with main dimension as changing variable with operational cost as objective function. The purpose of this final project is get Fishing Vessel desain which has good performance and minimum operational cost. This vessel will catch and process the fish and the process result will be included to styrofoam. The operational cost from this ship will be created minimum but still notice vessel design criteria. The design from this vessel notice shipping area criteria where the ship sail. The result from optimization are $L_{pp} = 14.70$ m, $B = 3.40$ m, $D = 1.13$ m, $H = 1.3$ m, $C_b = 0.675$, dan $V_s = 9.4$ knots and operation cost is Rp. 2.407.141. From that main dimension will be created Lines Plan, General Arrangement, and also 3D

Kata Kunci : Processing fish, Fishing Vessel, Pasuruan Waters Area, Optimization

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR REVISI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Hipotesis	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gambaran Umum Perikanan.....	5
2.2 Gambaran Umum Kapal Ikan	6
2.3 Jenis Alat Tangkap.....	8
2.4 Proses Pengolah Ikan	11
2.5 Teori Optimisasi Non Linier	14
2.5.1 Metode <i>GRG Non Linear</i> dan <i>Newton-Raphson</i>	15
2.6 <i>Software</i> Optimisasi	16
2.6.1 Lingo	16
2.6.2 Matlab	17

2.6.3	Solver Add-In Excell	18
2.7	Faktor Teknis Desain Kapal.....	19
2.7.1	Penentuan Ukuran Utama	19
2.7.2	Perhitungan Hambatan.....	20
2.7.3	Perhitungan Kebutuhan Daya Penggerak	21
2.7.4	Perhitungan Berat.....	22
2.7.5	Perhitungan Stabilitas	23
2.7.6	Perhitungan Freeboard	24
2.7.7	Perhitungan Trim	24
2.8	Pembuatan Rencana Garis(Lines Plan).....	25
2.9	Pembuatan Rencana Umum (General Arrangement)	26
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		27
3.1	Pendahuluan.....	27
3.2	Diagram Alir Penelitian	27
3.3	Langkah Pengerjaan.....	29
3.3.1	Pengumpulan Data	29
3.3.2	Analisa Data dan Penentuan Parameter Desain	29
3.3.3	Perhitungan Optimasi Ukuran Utama.....	29
3.3.4	Pembuatan Desain Rencana Garis, Rencana Umum, serta 3D.....	30
3.3.5	Kesimpulan dan Saran	31
BAB 4 TINJAUAN LOKASI		33
4.1	Gambaran Umum Pasuruan	33
4.2	Struktur Pesisir Pasuruan	34
4.2.1	Pembagian Wilayah Pesisir Pasuruan	34
4.2.2	Fisiografi Pesisir Pasuruan.....	35
4.2.3	Kondisi Oseanografi	37
4.3	Pelabuhan Pasuruan	38
4.4	Jumlah Armada Kapal Ikan Pasuruan.....	40

4.5	Potensi Perikanan Pasuruan	41
BAB 5 ANALISA DAN PEMBAHASAN		45
5.1	Pendahuluan	45
5.2	Penentuan Muatan.....	45
5.3	Penentuan Ukuran Utama Kapal Ikan.....	46
5.3.1	Penentuan Variabel	46
5.3.2	Penentuan Parameter.....	47
5.3.3	Penentuan Batasan	47
5.3.4	Penentuan Fungsi Obyektif.....	48
5.4	Penerapan Model Optimasi Kapal Menggunakan <i>Software Excel</i>	48
5.4.1	Pembuatan Batasan	48
5.4.2	Running Model Iterasi.	50
5.5	<i>Layout</i> Awal Kapal.	52
5.6	Perhitungan Awal.....	53
5.6.1	Perhitungan <i>Froude Number</i>	53
5.6.2	Perhitungan Koefisien Utama Kapal	54
5.7	Perhitungan Hambataan	55
5.8	Perhitungan Power dan Pemilihan Mesin Induk.....	56
5.8.1	Perhitungan Power	56
5.8.2	Pemilihan Mesin Induk	57
5.9	Perhitungan Tebal Pelat Kapal.....	58
5.9.1	Perhitungan Tebal Pelat Lambung.....	59
5.9.2	Perhitungan Tebal Pelat Geladak.....	60
5.10	Perhitungan Berat Kapal	60
5.10.1	Perhitungan Berat DWT	61
5.10.2	Perhitungan Berat LWT Kapal	62
5.11	Perhitungan Titik Berat.....	65

5.11.1	Perhitungan Titik Berat DWT	65
5.11.2	Perhitungan Titik Berat LWT	67
5.12	Perhitungan Trim	68
5.13	Perhitungan Freeboard	68
5.14	Perhitungan Stabilitas	69
5.15	Pembuatan Rencana Garis	70
5.16	Pembuatan Rencana Umum	73
5.16.1	Data Utama Kapal	74
5.16.2	Penentuan Panjang Konstruksi	75
5.16.3	Penentuan Jarak Gading	75
5.16.4	Perencanaan Sekat Kedap	75
5.16.5	Perencanaan Tangki dan Ruang Muat	75
5.16.6	Perencanaan Pintu	76
5.16.7	Perencanaan Lampu Navigasi	76
5.16.8	Perencanaan Peralatan Labuh Serta Pelengkapan	78
5.17	Gambar 3D	81
BAB 6 KESIMPULAN & SARAN		87
6.1	Kesimpulan	87
6.2	Saran	88
DAFTAR PUSTAKA		89
LAMPIRAN		91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gillnet pada Kapal Ikan	9
Gambar 2.2 Bagan Pengelompokan Alat Tangkap.....	11
Gambar 2.3 Gagasan awal metode <i>Newton-Raphson</i>	16
Gambar 2.4 Tampilan Matlab.....	17
Gambar 2.5 Penentuan Variabel, Batasan, dan Fungsi Obyektif	18
Gambar 2.6 Hasil Variabel dan Fungsi Obyektif setelah solver berjalan.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan	28
Gambar 4.1 Peta Administrasi Pasuruan	33
Gambar 4.2 Muara Sungai Gembong	39
Gambar 4.3 Kondisi Pelabuhan Pasuruan	39
Gambar 5.1 Model Pada Excell.....	50
Gambar 5.2 Tampilan Solver Pada Excell.....	51
Gambar 5.3 Tampilan Solver Berhasil Running.....	52
Gambar 5.4 Layout Awal Kapal.....	53
Gambar 5.5 Hyundai CM4.65	58
Gambar 5.6 Jendela Awal Maxsurf	71
Gambar 5.7 Parent Ship Kapal Ikan	71
Gambar 5.8 Mengatur Size Surface.....	71
Gambar 5.9 Penentuan Station, WL, BL	72
Gambar 5.10 Hasil Export ke CAD.....	72
Gambar 5.11 Lines Plan Kapal Ikan.....	73
Gambar 5.12 Data Utama Kapal.....	74
Gambar 5.13 Rencana Umum Kapal Ikan	81
Gambar 5.14 Top View Ruangan Kapal.....	82
Gambar 5.15 Ruangan Pengolah Ikan	82
Gambar 5.16 Galley dan Toilet Kapal.....	83
Gambar 5.17 Top View Wheel House Kapal	83
Gambar 5.18 3D Kapal Samping Kanan	84
Gambar 5.19 Kapal Tampak Samping Belakang	84

Gambar 5.20 Kapal Tampak Samping Kiri	85
Gambar 5.21 Kapal Tampak Samping Depan	85

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel Jumlah Armada Kapal Ikan Pasuruan	41
Tabel 4.2 Hasil Tangkapan Ikan Pasuruan	41
Tabel 4.3 Hasil Tangkapan menurut alat (tahun 2013)	42
Tabel 4.4 Hasil Tangkapan menurut alat (tahun 2014)	42
Tabel 5.1 Penurunan Jumlah Kapal Ikan di Pasuruan	45
Tabel 5.2 Data Kapal Pembanding	46
Tabel 5.3 Daftar Mesin	57
Tabel 5.4 Rekapitulasi Tebal Pelat	60
Tabel 5.5 Komponen DWT Kapal.....	61
Tabel 5.6 Rekapitulasi Berat DWT	62
Tabel 5.7 Berat DWT Kapal.....	62
Tabel 5.8 Rekapitulasi Berat LWT	65
Tabel 5.9 Rumus Titik Berat Crew.....	65
Tabel 5.10 Rumus Titik Berat Air Tawar.....	66
Tabel 5.11 Rumus Titik Berat Fuel Oil	66
Tabel 5.12 Rumus Titik Berat Lubrication Oil.....	66
Tabel 5.14 Perbandingan minimum dan actual freeboard	69
Tabel 5.15 Perhitungan Panjang Konstruksi	75

DAFTAR SIMBOL

L	=	Panjang kapal (m)
Loa	=	<i>Length overall</i> (m)
Lpp	=	<i>Length perpendicular</i> (m)
Lwl	=	<i>Length of waterline</i> (m)
B	=	Lebar (m)
T	=	Sarat kapal (m)
H	=	Tinggi lambung kapal (m)
B	=	Lebar keseluruhan kapal (m)
Vs	=	Kecepatan dinas kapal (knot)
Fn	=	<i>Froud number</i>
Rn	=	<i>Reynolds number</i>
C _B	=	Koefisien blok
C _p	=	Koefisien prismatic
C _m	=	Koefisien midship
C _{wp}	=	Koefisien <i>water plane</i>
g	=	Percepatan gravitasi (m/s ²)
Δ	=	<i>Displacement</i> kapal (ton)
∇	=	<i>Volume displacement</i> (m ³)
LCB	=	<i>Longitudinal center of bouyancy</i> (m)
VCG	=	<i>Vertical center of gravity</i> (m)
LCG	=	<i>Longitudinal center of gravity</i> (m)
LWT	=	<i>Light weight tonnage</i> (ton)
DWT	=	<i>Dead weight tonnage</i> (ton)
R _T	=	Hambatan total kapal (N)
WSA	=	Luasan permukaan basah (m ²)
η	=	Koefisien dari efisiensi
EHP	=	<i>Effectif horse power</i> (hp)
THP	=	<i>Thrust horse power</i> (hp)
DHP	=	<i>Delivered horse power</i> (hp)

BHP	= <i>Brake horse power</i> (hp)
Kr	= Angka tahana gesek yang harganya tergantung dari angka K/L dan angka <i>Reynold</i> (Re)
ν	= keffisien kinematis (m^2/s)
ρ_w	= massa jenis air laut (kg/m^3)
K_w	= koefisien tekanan angin untuk bangunan atas
Pw	= kerapatan udara (kg/m^3)
Vrel	= kecepatan relatif kapal yang melawan arah angin (m/s)
Vw	= kecepatan angin (m/s)
Kf	= angka hambatan bentuk yang harganya tergantung pada Fn
T	= fraksi deduksi gaya dorong (<i>thrust deduction fraction</i>)
G	= koreksi over load pada kondisi service yaitu pengurangan 1/3% tiap 10% over load

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar dengan jumlah pulau 17.508 buah dan memiliki garis pantai 81.000 km didominasi oleh wilayah laut yaitu kurang lebih 5,4 juta km². Sehingga membuat wilayah laut Indonesia kaya akan hasil laut yang melimpah. Namun ironisnya masyarakat pesisir yang berprofesi sebagai nelayan merupakan masyarakat termiskin di Indonesia. Sehingga perlu dipikirkan upaya untuk meningkatkan kesejahteraan nelayan dengan mengupayakan meningkatkan pendapatan nelayan.

Nelayan di pesisir pantai masih banyak yang menggunakan teknologi yang sangat sederhana. Sebagian besar ukuran kapal yang digunakan oleh para nelayan di daerah pesisir sangatlah tidak efisien mengingat kecilnya dan keterbatasan dari ukuran kapal tersebut sehingga membatasi muatan yang akan dibawa. Selain itu, banyak dari kapal-kapal tradisional yang mangkrak dan tidak terurus dikarenakan pemilik tidak mampu membiayai biaya operasional yang sangat tinggi karena kesalahan desain awal. Oleh sebab itu perlu ada metode yang baru untuk meminimalkan biaya operasional kapal tetapi tetap memenuhi kriteria-kriteria desain kapal. Salah satu metode yang bisa digunakan adalah optimisasi. Optimisasi adalah proses menentukan variabel keputusan yang dibatasi oleh batasan-batasan kriteria yang telah ditentukan sehingga dapat memenuhi fungsi obyektif yang optimum. Pada zaman komputerisasi seperti saat ini, proses optimisasi telah bisa dilakukan secara tepat dan baik oleh perangkat lunak komputer. Kemajuan zaman tersebut haruslah dimanfaatkan termasuk dalam proses mendesain kapal.

Selain memperhatikan biaya operasional kapal, hal yang perlu diperhatikan adalah harga jual ikan. Untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan suatu inovasi dari produk atau tangkapan agar memiliki kualitas ekspor serta memiliki tingkat efisiensi yang tinggi sehingga bisa menghasilkan harga jual yang optimal. Dalam hal ini dipengaruhi oleh perencanaan kapal yang baik beserta fasilitas yang ada dalam kapal sehingga mampu memberi nilai tambah pada hasil tangkapan. Perencanaan kapal yang baik adalah perencanaan ukuran kapal ikan, data utama

kapal, fasilitas kapal dan perhitungan-perhitungan pendekatan yang disesuaikan dengan karakteristik daerah pelayaran dari kapal tersebut.

Berdasarkan data dari Dinas Perikanan dan Kelautan Jawa Timur, potensi ikan di Wilayah Pasuruan adalah 9443 dan 9416,3 ton per tahun pada tahun 2013 dan 2014. Nilai ini masih sedikit jika dibandingkan dengan hasil tangkapan ikan di provinsi Jawa Timur. Salah satu penyebabnya adalah semakin menurunnya kapal-kapal berukuran 6-10 GT di daerah perairan Pasuruan dari tahun ke tahun.

Perencanaan kapal penangkap dan sekaligus pengolah ikan berbasis optimisasi biaya operasional yang baik dan efektif untuk menggantikan kapal-kapal yang menghilang dan mangkrak sehingga mampu mempertahankan bahkan meningkatkan hasil tangkapan ikan di daerah perairan Pasuruan, serta sebagai terobosan baru dalam industri perikanan yang dapat menghasilkan produk ikan yang siap untuk dijual ke masyarakat dan jika memungkinkan dapat diekspor ke luar negeri dengan harga yang lebih tinggi dari sebelumnya mengingat telah dilakukan proses pengolahan terhadap daging ikan. Sehingga pihak-pihak yang mengoperasikan kapal dapat memperoleh keuntungan yang sesuai dengan hasil produksinya.

1.2 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menentukan ukuran utama kapal ikan yang tepat dengan metode optimisasi pada Perairan Pasuruan?
2. Berapakah biaya operasional kapal ikan yang minimum dari desain kapal?
3. Bagaimana perhitungan stabilitas, *freeboard*, trim, dan berat kapal yang sesuai peraturan?
4. Bagaimana cara menentukan *payload* untuk kapal penangkap dan pengolah ikan?
5. Bagaimana mendesain Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D kapal penangkap dan pengolah ikan?

1.3 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini permasalahan difokuskan pada:

1. Tahap desain hanya sebatas *concept desain*.
2. Perairan yang digunakan adalah perairan di daerah Pasuruan, Jawa Timur.

3. Optimisasi pada ukuran utama kapal untuk biaya operasional yang paling murah.
4. Pengolahan ikan yang dimaksud dibatasi hingga tahap pemfilletan ikan dan menggunakan peralatan manual.

1.4 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Mendapatkan ukuran utama kapal penangkap dan pengolah ikan yang optimal.
2. Mendapatkan biaya operasional desain kapal yang minimum.
3. Memperoleh perhitungan stabilitas, *freeboard*, trim, dan berat kapal yang sesuai peraturan.
4. Mendapatkan *payload* yang tepat untuk kapal penangkap dan pengolah ikan.
5. Mendapatkan Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D dari kapal penangkap dan pengolah ikan.

1.5 Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut :

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan khazanah pendidikan di Indonesia.
2. Secara praktek, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi pengadaan kapal penangkap ikan yang dilengkapi dengan fasilitas pengolah ikan.

1.6 Hipotesis

Hipotesis dari tugas akhir ini adalah:

Dengan desain kapal ini akan menghasilkan performa kapal yang optimum dan biaya operasional yang minimum.

(halaman ini sengaja di kosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Perikanan

Berdasarkan ketentuan dalam Pasal (1) ayat (1) Undang-Undang No. 31 Tahun 2004, perikanan dikatakan sebagai semua kegiatan yang berhubungan dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya ikan dan lingkungannya, mulai dari pra-produksi, produksi, pengolahan sampai dengan pemasaran, yang dilaksanakan dalam suatu sistem bisnis perikanan. Kata “pengelolaan” dalam definisi ini bisa dikatakan sebagai mengatur pemanfaatan atau pengambilan (manajemen atau pengelolaan sumber daya alam ialah usaha pemanfaatan sumberdaya untuk mencapai kesejahteraan generasi sekarang dan yang akan datang). Batasan yang baru, jika diterapkan secara konsekuen, lebih menjamin kelestarian sumberdaya ikan, atau dengan kata lain sumber daya ikan tidak akan terkuras. Namun sayangnya, istilah bisnis perikanan bisa mengganggu kejelasan pengertian perikanan karena akan mengabaikan pemanfaatan yang bersifat tidak ekonomi. Secara tegas, perikanan sebaiknya didefinisikan sebagai usaha mengatur semua bentuk pemanfaatan atau pengambilan sumberdaya ikan untuk kesejahteraan generasi sekarang dan generasi yang akan datang.

Aktifitas perikanan sangat beragam dan berbeda antara satu lokasi dengan lokasi lainnya. Sebagai aktifitas primer, perikanan dibedakan kedalam aktifitas penangkapan (*capture fisheries*) dan budidaya (*culture fisheries* atau *aquaculture*). Berdasarkan tempatnya, perikanan tangkap dibedakan menjadi perikanan laut (*marine capture fisheries*) dan perikanan darat (*inland fisheries*). Dalam statistik, perikanan perairan umum digunakan untuk menjelaskan perikanan darat (*inland fisheries*). Perikanan Budidaya sering dibedakan berdasarkan kombinasi lokasi kegiatan dengan bentuk usaha budidaya. Di Indonesia, perikanan budidaya dibagi berdasarkan kategori: Budidaya Laut (*Marine Culture*), Budidaya Tambak (*Brackish Water Culture*), Kolam (*Pond Culture*), Karamba (*Cage Culture*), Mina Padi (*Rice-Cum Fish Culture*) dan Sawah Tambak.

Perikanan laut ialah kegiatan penangkapan ikan yang dilakukan di Laut. Perikanan perairan umum merupakan aktifitas penangkapan yang dilakukan di Perairan Tawar, seperti Danau,

Waduk atau Sungai. Budidaya Laut ialah kegiatan budidaya yang dilakukan di Laut, seperti budidaya rumput laut atau pembesaran ikan Kerapu dengan menggunakan karamba jaring. Budidaya Tambak mengacu pada usaha budidaya yang dilakukan di Air Payau dengan luas kolam yang relatif besar dan masuk keluarnya air diusahakan melalui gravitasi. Budidaya kolam mengacu pada kegiatan yang dilakukan pada Perairan Tawar. Karamba ialah usaha budidaya yang dilakukan dalam kurungan *non* kolam. Karamba yang dioperasikan di Sungai termasuk jenis Karamba Tancap, yang dibuat dari anyaman bambu. Operasi karamba pada badan air yang dalam dan tenang, seperti Waduk atau Danau, disebut Karamba Apung yang dibuat dari jaring. Budidaya mina padi ialah pemeliharaan ikan yang dilakukan bersama dengan penanaman padi di Sawah. Secara konvensional, pinggiran sawah selalu mempunyai galengan (*caren*) yang berukuran lebar sekitar 40 cm dan dalam 20 cm. Pada saat tanaman dikeringkan, air masih ada pada galengan. Kesempatan ini digunakan untuk membesarkan ikan (umumnya ikan mas) bersama pemeliharaan Padi. Sawah Tambak didefinisikan sebagai usaha penanaman padi bersama ikan yang dilakukan pada wilayah dataran rendah (pesisir) selama musim hujan, dengan memanfaatkan genangan air. Usaha sawah tambak sering menghadapi resiko tergenangi air secara berlebihan, terutama jika curah hujan terlalu tinggi untuk diantisipasi dalam pembuatan pematang. Di Jawa Timur, Kabupaten Lamongan ialah wilayah yang paling khas dengan kegiatan budidaya Sawah Tambak (Dinas Perikanan dan Kelautan, 2014).

2.2 Gambaran Umum Kapal Ikan

Menurut Undang-Undang RI No. 31 (2004), kapal perikanan adalah kapal, perahu atau alat apung lainnya yang dipergunakan untuk melakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pengangkutan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan, dan penelitian atau eksplorasi perikanan.

Sedangkan Dalam Undang-undang Nomor 31 Tahun 2004 pasal 1 ayat 5, Penangkapan Ikan adalah kegiatan untuk memperoleh ikan di perairan yang tidak dalam keadaan dibudidayakan dengan alat atau cara apapun, termasuk kegiatan yang menggunakan kapal untuk memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah, dan atau mengawetkannya.

Kapal yang digunakan baik untuk keperluan transportasi antar pulau maupun untuk keperluan eksploitasi hasil laut, harus memenuhi persyaratan kelaik lautan, sehingga menjamin

keselamatan kapal selama pelayarannya di laut. Adapun Kelaik Lautan kapal adalah keadaan kapal yang memenuhi persyaratan keselamatan kapal, pencegahan pencemaran perairan dari kapal, pengawakan, garis muat, pemuatan, kesejahteraan Awak Kapal dan kesehatan penumpang, status hukum kapal, manajemen keselamatan dan pencegahan pencemaran dari kapal, dan manajemen keamanan kapal untuk berlayar di perairan tertentu.

Menurut pernyataan pihak Nomura & Yamazaki (1977), secara garis besar mengelompokkan kapal ikan ke dalam empat jenis yaitu:

- a. Kapal penangkap ikan yang khusus digunakan dalam operasi penangkapan ikan atau mengumpulkan sumberdaya hayati perairan, antara lain kapal pukat udang, perahu pukat cincin, perahu jaring insang, perahu payang, perahu pancing tonda, kapal rawai, kapal huhate, dan sampan yang dipakai dalam mengumpul rumput laut, memancing dan lain lain.
- b. Kapal induk adalah kapal yang dipakai sebagai tempat mengumpulkan ikan hasil tangkapan kapal penangkap ikan dan mengolahnya. Kapal induk juga berfungsi sebagai kapal pengangkut ikan. Hal ini berkaitan dengan pertimbangan efisiensi dan permodalan.
- c. Kapal pengangkut ikan adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut hasil perikanan dari kapal induk atau kapal penangkap ikan dari daerah penangkapan ke pelabuhan yang dikategorikan kapal pengangkut.
- d. Kapal penelitian, pendidikan dan latihan adalah kapal ikan yang digunakan untuk keperluan penelitian, pendidikan dan latihan penangkapan, pada umumnya adalah kapal-kapal milik instansi atau dinas.

Sedangkan menurut pernyataan pihak Fyson (1985), Kapal perikanan secara umum terdiri dari: kapal penangkap ikan, kapal pengangkut hasil tangkapan, kapal survei, kapal latih dan kapal pengawas perikanan.

a. Kapal Penangkap Ikan

Kapal penangkap ikan adalah kapal yang dikonstruksi dan digunakan khusus untuk menangkap ikan sesuai dengan alat penangkap dan teknik penangkapan ikan yang digunakan termasuk menampung, menyimpan dan mengawetkan.

b. Kapal Pengangkut Hasil Tangkapan

Kapal pengangkut hasil tangkapan adalah kapal yang dikonstruksi secara khusus, dilengkapi dengan palkah khusus yang digunakan untuk menampung, menyimpan, mengawetkan dan mengangkut ikan hasil tangkapan.

c. Kapal Survei

Kapal survei adalah kapal yang dikonstruksi khusus untuk melakukan kegiatan survei perikanan dan kelautan.

d. Kapal Latih

Kapal latih adalah kapal yang dikonstruksi khusus untuk pelatihan penangkapan ikan.

e. Kapal Pengawas Perikanan

Kapal pengawas perikanan adalah kapal yang dikonstruksi khusus untuk kegiatan pengawasan kapal-kapal perikanan.

Sedangkan kapal ikan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah kapal ikan yang fungsinya untuk menangkap dan mengolah ikan.

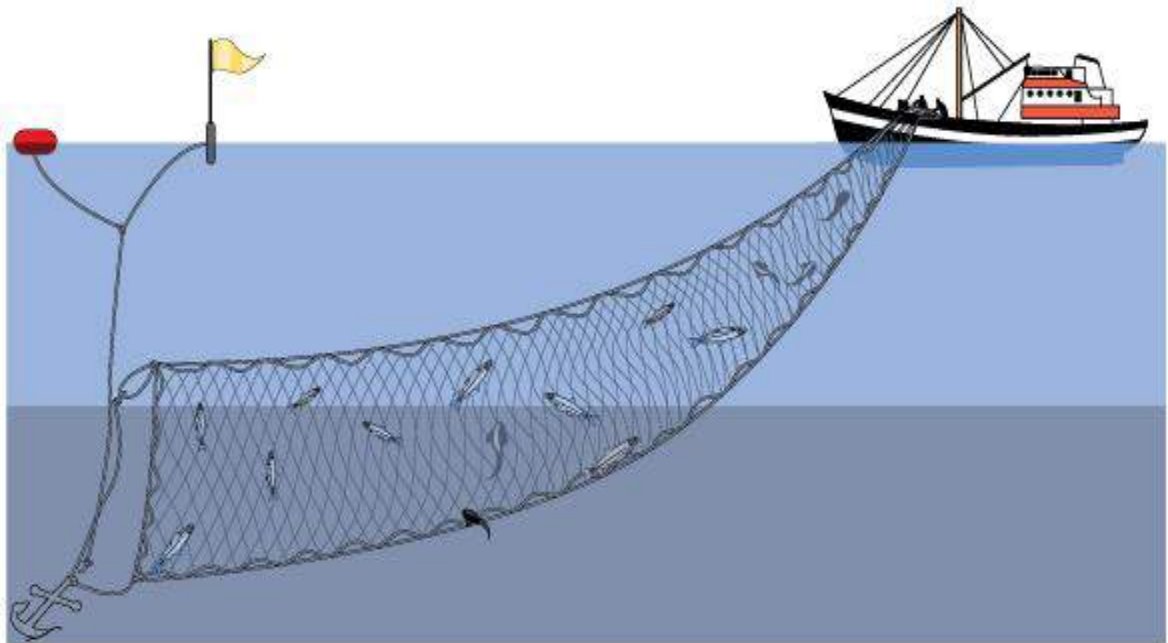
2.3 Jenis Alat Tangkap

Alat tangkap ialah istilah yang digunakan sebagai terjemahan langsung dari *Fishing Gear*, yaitu peralatan yang secara langsung digunakan dalam operasi penangkapan ikan. Pada klasifikasi tingkat pertama, alat tangkap bisa dibedakan menjadi 3 (tiga) kategori, ialah: pancing, jaring, dan alat lain, selain dari kedua tipe tersebut. Berdasarkan kelengkapan konstruksi, pancing dibedakan menjadi tanpa joran dan lengkap dengan joran (Gambar 4.1: garis putus-putus). Dengan cara yang sama, pancing juga dibedakan dalam kategori kait dengan *hook (barb)* dan kait tanpa *hook (barbless)*. Satu-satunya alat pancing dengan joran tapi tanpa *hook* disebut *Huhate* atau *Pole & Line*. Pancing yang mempunyai *hook* bisa dibedakan dalam tiga kategori, berdasarkan keaktifannya, antara lain pancing yang dalam operasinya bersifat *pasif*, *semi-aktif* dan *aktif*. Rawai (*Long-Line*) ialah pancing dengan *hook* yang operasinya *pasif* (pancing ini tidak dilengkapi joran). Pancing *semi-aktif* sering disebut Pancing Ulur atau *Jigging*. Sedangkan pancing yang dioperasikan secara aktif disebut Tonda atau *Troll-Line*. Pancing tonda dan ulur bisa dioperasikan tanpa atau dengan joran.

Alat Jaring, berdasarkan konstruksi dan cara operasinya, bisa dibedakan menjadi 4 (empat) kategori, ialah: jaring yang operasinya diangkat, jaring yang operasinya membentang (bidang), jarring yang operasinya melingkar dan membentuk mangkok, dan jaring yang mempunyai kantong. Jaring Angkat umumnya disebut bagan atau *Lift-Net*. Berdasarkan tempat atau lokasi penangkapan, bagan bisa dibedakan menjadi 2 (dua) kategori, ialah: operasi permanen pada satu tempat, dan operasi secara dinamis (*temporal*). Kedalam kategori ini kita mengenal istilah Bagan

Tancap (*Fixed Lift-Net*) dan Bagan Perahu/Rakit (*Mobile Lift-Net*). Jaring dengan operasi membentang (bidang) paling umum disebut jaring insang (*gill net*). Jaring Insang bisa dioperasikan hanyut mengikuti arus (*Drift Gill Net*), dioperasinya secara menetap (*set gill net*), maupun secara melingkar (*encircling gill net*). Trammel Net atau disebut Jaring Gondrong maupun jaring udang, dan *Gill Net* yang terdiri dari 3 (tiga) bidang jaring secara bersama.

Jaring lingkar lebih sering disebut pukat. Jika tali *ris* bawah (disebut tali kolor) bisa ditarik dan dikencangkan, jaring akan membentuk mangkok dan bagian bawah jaring tertutup. Tipe jarring seperti ini disebut Pukat Cincin atau *Purse Seine*. Tipe konstruksi Jaring Lingkar yang tidak dilengkapi dengan tali kolor, namun bisa membentuk mangkok disebut *Lampara*. Tipe jaring yang terakhir ialah alat jaring yang konstruksinya dilengkapi dengan kantong untuk mengumpulkan hasil tangkapan. Alat ini disebut Pukat Kantong. Dalam operasinya, Pukat Kantong dibedakan menjadi 2 (dua), antara lain operasi *non-hela* dan operasi dihela (dihela berarti perahu bergerak menarik jaring sampai waktu tertentu sebelum diangkat). Pukat kantong *non-hela*, termasuk diantaranya ialah: Pukat Pantai (Jaring Tarik) atau *Beach Seine*, Dogol, dan Payang. Salah satu alat tangkap modern yang banyak digunakan adalah Gillnet Millenium seperti terlihat pada Gambar 2.1.

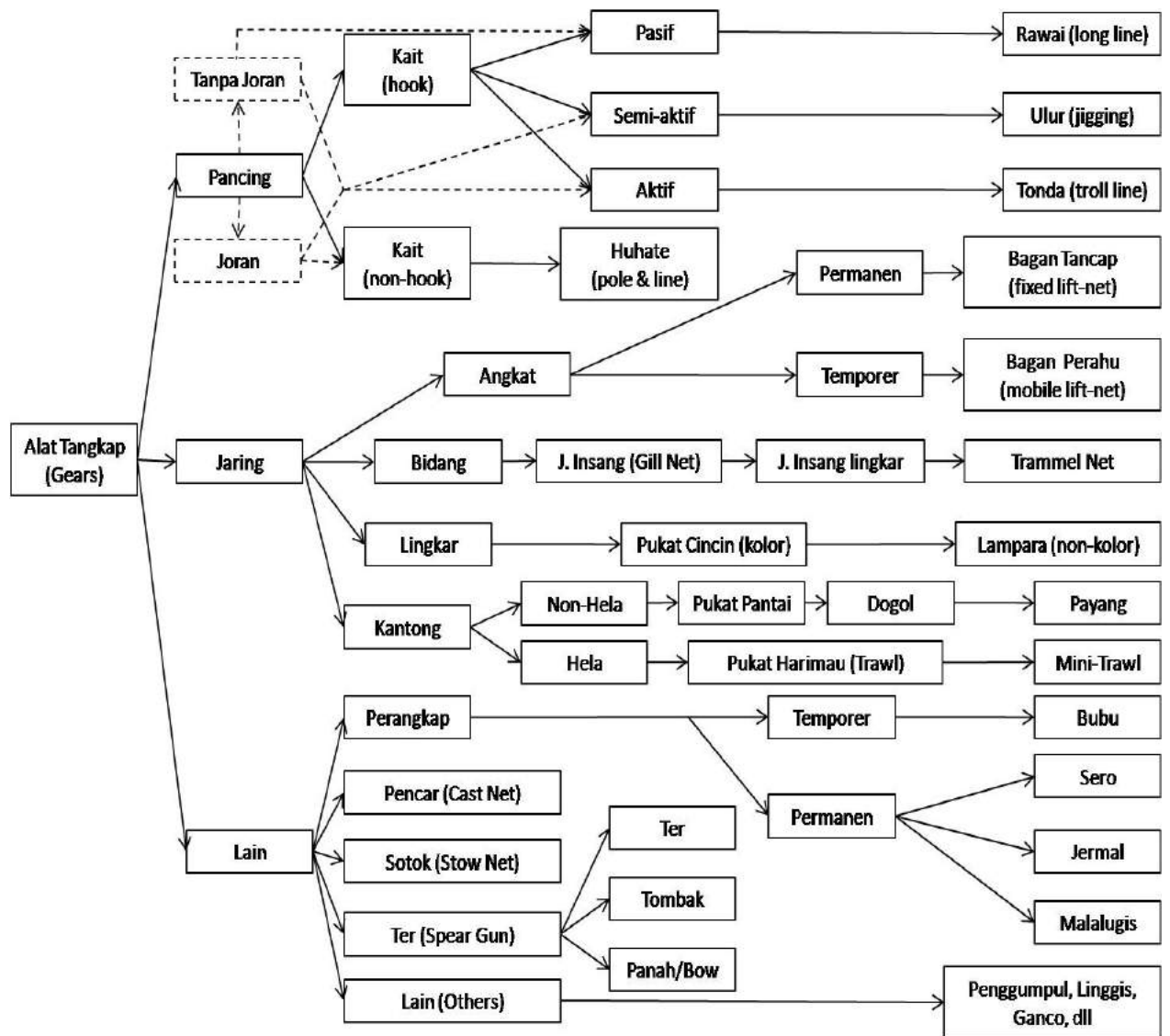


Gambar 2.1 Gillnet pada Kapal Ikan
Sumber: Budiman (2014)

Alat tangkap kategori lain dibedakan dalam 5 (lima) kategori, ialah: Perangkap (*Trap*), Pencar (*Cast Net*), Sotok (*Stow Net*), *Spear Gun* (*Ter*) dan alat lain (*others*). Berdasarkan konstruksinya, perangkap dibedakan menjadi: permanen dan temporer. Bubu ialah jenis perangkap temporer, mudah dioperasikan dan bisa dipindahkan sesuai dengan daerah penangkapan. Jenis perangkap yang dibuat secara permanen diantaranya ialah: Sero (*Guiding Barrier*), Jermal dan *Malalugis*. Alat pencar sebenarnya terbuat dari jaring. Namun karena ukurannya kecil dan operasinya tidak memerlukan alat tambahan, dia dimasukkan dalam kategori alat lain. Sotok ialah sejenis *Stwo Net* yang juga terbuat dari jaring. Ukuran dan kemudahan operasi membuat dia disatukan dengan kategori alat lain. *Spear Gun*, ialah sejenis Ter atau Busur untuk menangkap ikan. *Spear Gun* dibedakan dalam kategori *Ter*, Tombak dan Panah/*Bow*. Terakhir ialah alat lain dari semua ketentuan tersebut di atas. Termasuk kedalam kategori ini ialah Alat Pengumpul Kerang, Linggis atau Ganco.

Berdasarkan Ketentuan Kerja Pengumpulan, Pengolahan dan penyajian Data *Statistik* perikanan Indonesia, alat tangkap dibedakan menjadi beberapa kategori antara lain Alat pengumpul, Pancing, Perangkap, Jaring Angkat, *Muro Ami*, Jaring Insang, Bagan Tancap, Pukat Kantong, Pukat Harimau, dan Alat lain. Perlu kita ketahui bahwa jenis alat tangkap di Indonesia sangat beragam dengan berbagai modifikasinya. Namun demikian, setiap alat tersebut pada akhirnya bisa dimasukkan ke dalam salah satu kategori tersebut di atas dengan memperhatikan persamaan dari peralatan tersebut seperti yang bisa dilihat pada Gambar 2.2.

Di Perairan Pasuruan terdapat banyak Ikan Pelagis dan Demersal. Ikan Pelagis merupakan jenis ikan yang sebagian besar hidupnya berada pada lapisan permukaan perairan (sekitar 0-200m). Ikan pelagis hidup secara bergerombol dalam mencari makan ataupun bermigrasi/ruaya dan juga dalam melakukan perkawinan (berpijah). Hidup bergerombol bukan berarti ikan berarti semua ikan pelagis memiliki ukuran yang kecil, namun ikan pelagis juga ada yang memiliki ukuran yang cukup besar. Ikan demersal adalah ikan yang hidup dan makan di dasar laut dan danau (zona demersal). Lingkungan mereka pada umumnya berupa lumpur, pasir, dan bebatuan, jarang sekali terdapat terumbu karang. Sehingga berdasarkan definisi ini, ikan demersal dapat ditemukan dari lingkungan pantai hingga zona laut dalam (*abyssal zone*), dan terbanyak ditemukan di lingkungan dekat punggung laut. Jenis Ikan di atas bisa ditangkap dengan baik menggunakan alat tangkap *Gilnet Millenium* (Budiman, 2014).



Gambar 2.2 Bagan Pengelompokan Alat Tangkap
Sumber: Budiman (2014)

2.4 Proses Pengolah Ikan

Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 52A/KEPMEN-KP/2013 tentang persyaratan jaminan mutu, dan keamanan hasil perikanan pada proses produksi, pengolahan dan distribusi menyatakan bahwa setiap pengusaha pengolahan ikan haruslah memenuhi beberapa syarat sebagai berikut:

1. Memenuhi persyaratan hygiene yang telah disyaratkan
2. menerapkan persyaratan dalam mencegah adanya bahaya biologi, kimia, dan fisik pada hasil perikanan yang diolah sesuai standar dan peraturan sesuai dengan spesifikasi produk

3. mempunyai program/prosedur yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri ini
4. menerapkan persyaratan pengendalian suhu dengan menjaga rantai dingin hasil perikanan atau sesuai dengan spesifikasi produk
5. bekerjasama dengan otoritas kompeten sehingga memungkinkan petugas pengawas mutu dapat melakukan pengendalian sesuai dengan peraturan yang berlaku
6. memastikan bahwa karyawan yang menangani hasil perikanan telah disupervisi dan diarahkan dan/atau dilatih tentang persyaratan dan penerapan sanitasi dan higiene pangan sesuai dengan aktivitas ditempat kerjanya
7. memastikan bahwa karyawan mampu dan bertanggung jawab terhadap pengembangan dan pemeliharaan prosedur yang dipersyaratkan
8. memastikan bahwa karyawan yang menangani hasil perikanan tidak sedang menderita atau sebagai carrier/pembawa penyakit tertentu yang berpotensi mengakibatkan kontaminasi terhadap hasil perikanan

Selain itu persyaratan higienis untuk kapal penangkap ikan yang akan melakukan pengolahan adalah sebagai berikut:

1. ketika digunakan, bagian-bagian dari kapal atau wadah untuk penyimpanan hasil tangkap harus dijaga kebersihannya dan dijaga selalu dalam kondisi baik, sehingga terhindar dari kontaminasi bahan bakar dan air kotor
2. produk hasil perikanan harus dijaga dari kontaminasi, segera setelah diangkat ke geladak
3. air/es yang digunakan untuk pencucian dan pendinginan ikan harus memenuhi persyaratan air minum, bersih, atau memenuhi persyaratan negara tujuan
4. hasil perikanan harus ditangani dan disimpan sehingga terhindar dari kerusakan fisik (memar), apabila penanganan hasil perikanan menggunakan ganco untuk menangani ikan besar harus dijaga agar tidak melukai daging ikan
5. apabila ikan dipotong kepalanya dan/atau dihilangkan isi perut, maka kegiatan tersebut harus memenuhi persyaratan penanganan/pengolahan dan dilakukan secara higienis setelah penangkapan, serta produk harus dicuci segera dan menyeluruh dengan air yang memenuhi standar air minum atau air laut bersih atau memenuhi persyaratan negara tujuan. Isi perut dan bagian lain yang dapat mengakibatkan bahaya kesehatan harus segera disingkirkan

6. pembuangan kepala dan isi perut harus dilakukan secara higienis dan segera dicuci dengan air yang memenuhi standar air minum atau air laut bersih atau memenuhi persyaratan negara tujuan
7. hasil perikanan yang dibungkus dan dikemas harus dilakukan pada kondisi yang higienis untuk menghindari kontaminasi
8. bahan kemasan dan bahan lain yang kontak langsung dengan hasil perikanan harus memenuhi persyaratan hygiene, cukup kuat melindungi hasil perikanan, dan khususnya tidak boleh
 - a. mempengaruhi karakteristik organoleptik dari hasil perikanan
 - b. menularkan bahan-bahan yang membahayakan kesehatan manusia.

Selain persyaratan di atas juga terdapat eraturan rantai dingin yang berkaitan dengan penyimpanan hasil tangkapan sebagai berikut:

1. ikan hasil tangkapan harus terhindar dari panas matahari atau sumber panas lainnya
2. hasil perikanan yang tidak disimpan dalam keadaan hidup harus segera didinginkan setelah naik ke kapal penangkap dan/atau pengangkut ikan
3. hasil perikanan dan bagian-bagiannya untuk tujuan konsumsi manusia harus disimpan dengan es pada suhu dingin (*chilling*), atau dibekukan
4. jika menggunakan pembekuan dengan air garam (*brine*) untuk ikan utuh sebagai bahan baku pengalengan, suhu pusat ikan tidak boleh lebih tinggi dari -9°C dan air garam tidak menjadi sumber kontaminasi ikan
5. penyimpanan hasil perikanan di atas kapal harus dijaga suhunya sesuai dengan persyaratan, khususnya:
 - a. hasil perikanan segar atau dilelehkan termasuk krustasea rebus yang didinginkan dan produk kekerangan harus disimpan pada suhu leleh es
 - b. hasil perikanan beku, kecuali ikan beku yang menggunakan air garam untuk keperluan pengalengan, harus dipertahankan pada suhu pusat 18°C atau lebih rendah, untuk semua bagian produk dengan fluktuasi tidak lebih dari 3°C selama pengangkutan.

Sedangkan Menurut pernyataan pihak Biro Pengembangan BPR dan UMKM (2009), proses produksi ikan menggunakan teknik pemotongan loin yang hanya memerlukan teknologi pengolahan secara sederhana, sehingga fasilitas dan peralatan yang di perlukan dalam pengolahan ikan sangat sederhana seperti dibawah ini :

- a. Ikan yang baru masuk di timbang terlebih dahulu.
- b. Ikan disiangi dengan cara pembuangan sirip, insang, isi perut.
- c. Pembuatan daging dilakukan dengan cara membelah ikan tuna menjadi empat bagian secara membujur.
- d. Setelah tahap pencucian dengan menggunakan larutan mikrolin, pemotongan kepala Ikan dilakukan.
- e. Daging hitam yang ada pada loin dibuang hingga bersih.
- f. Ikan dicuci dengan hati-hati menggunakan air dingin / air es.
- g. Penyuntikan CO ke dalam tuna bertujuan untuk menambah / mempertahankan warna merah pada loin.
- h. Perapihan ulang
- i. Ikan yang sudah rapih selanjutnya dikemas dalam plastik secara individual.
- j. Ikan yang sudah di bungkus kemudian dimasukkan kedalam *styrofoam* yang terlebih dahulu dialasi dengan es curah disusun dengan rapi sambil ditutupi dengan es curah.
- k. *Styrofoam* yang berisi loin kemudian dimasukkan kedalam gudang beku (Cold storage).

2.5 Teori Optimisasi Non Linier

Suatu permasalahan optimisasi disebut non linear jika fungsi tujuan dan kendalanya memiliki bentuk non linear pada salah satu atau keduanya, contohnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Max } f(x) = x_1^2 + x_2x_3 + x_3x_1 \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{Kendala } x_1 + x_2 - x_3 < 5$$

$$x_2 - x_3 + 4x_1 > 6$$

Contoh di atas merupakan suatu contoh yang harus diselesaikan dengan metode non linier. Inti dari metode ini adalah menentukan arah pencarian. Arah pencarian yang diperoleh pada setiap iterasi ini nantinya akan menuju ke suatu titik *feasible* baru yang memberikan nilai objektif yang lebih baik. Penentuan arah pencarian terus dilakukan sampai ditemukan solusi optimal. Pada metode ini arah pencarian ditinjau dari kondisi ruang Null sehingga terdapat jaminan bahwa arah pencarian tersebut selalu berada pada daerah *feasible*. Dari sini, setiap titik yang dihasilkan pada setiap iterasi akan selalu berada pada daerah *feasible*. Oleh karena itu, metode ini mampu menjamin bahwa solusi optimal yang dihasilkan juga berada pada daerah *feasible*. Kesulitan lain yang dihadapi, yaitu fungsi tujuan non-linier, yang tidak mempunyai nilai minimum serta

mempunyai daerah penyelesaian dengan batas nonlinier (tidak *konvex*). Secara umum tidak terdapat teknik penyelesaian yang terbaik, tetapi ada beberapa teknik yang mempunyai masa depan cerah dibandingkan yang lain. Banyak teknik penyelesaian optimasi non-linier yang hanya efisien untuk menyelesaikan masalah yang mempunyai struktur matematis tertentu. Hampir semua teknik optimasi non-linier modern mengandalkan pada *algoritma* numerik untuk mendapatkan jawabannya (Defri 2010).

Beberapa permasalahan optimasi non-linier diantaranya :

1. Optimasi Satu Variabel Tanpa Kendala
2. Optimasi Multivariabel Tanpa Kendala
3. Optimasi Multivariabel Dengan Kendala Persamaan
4. Optimasi Multivariabel Dengan Kendala Pertidaksamaan.

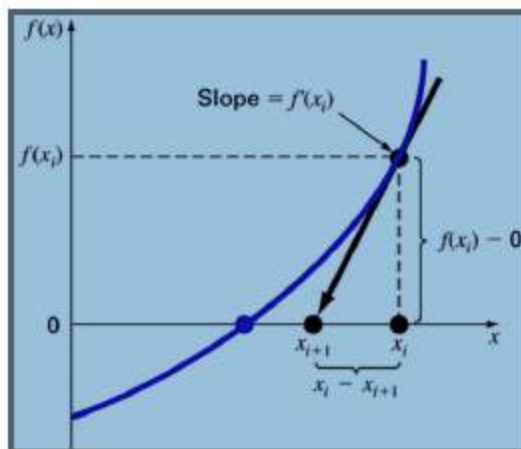
2.5.1 Metode GRG Non Linear dan Newton-Raphson

Metode Reduced-Gradient adalah metode alternatif untuk menyelesaikan permasalahan optimasi nonlinier berkendala nonlinier. Metode ini merupakan salah satu submetode dari metode Titik Fisibel, yaitu sebuah metode yang lahir dari gagasan untuk menjaga agar setiap titik yang diperoleh dari setiap iterasi tetap berada pada daerah fisibel. Dengan demikian metode ini mampu menjamin bahwa solusi optimal yang diperoleh akan berada pada daerah fisibel. Prinsip dari metode ini adalah menentukan arah pencarian yang nantinya akan mengarah pada solusi optimal yang diharapkan. Dengan demikian untuk mendapatkan solusi optimal tidak perlu dilakukan penyelesaian terhadap sistem persamaan yang rumit.

Dalam analisis numerik juga dikenal metode *Newton* (juga dikenal dengan metode *Newton-Raphson*) yang mendapat nama dari Isaac Newton (1669) dan Joseph Raphson (1690), merupakan suatu metode yang cukup dikenal untuk mencari hampiran/pendekatan terhadap akar fungsi riil. Metode *Newton-Raphson* sering *konvergen* dengan cepat, terutama bila iterasi dimulai cukup dekat dengan akar yang diinginkan. Namun bila iterasi dimulai jauh dari akar yang dicari, metode ini dapat meleset tanpa peringatan. Implementasi metode ini biasanya mendeteksi dan mengatasi kegagalan *konvergensi* (Luknanto, 2000).

Gagasan awal metode *Newton-Raphson* adalah metode yang digunakan untuk mencari akar dari sebuah fungsi riil. Metode ini dimulai dengan memperkirakan satu titik awal dan mendekatinya dengan memperlihatkan *slope* atau gradien pada titik tersebut. Diharapkan dari

titik awal tersebut akan diperoleh pendekatan terhadap akar fungsi yang dimaksud seperti yang bisa dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Gagasan awal metode *Newton-Raphson*
Sumber: Sumarwan (2010)

2.6 Software Optimisasi

Pada zaman komputerisasi ini sangat banyak software yang digunakan untuk optimisasi permasalahan yang ada. Selama bisa dimodelkan secara matematis, maka semua permasalahan untuk menentukan variabel keputusan dengan tetap memenuhi batasan-batasan masalah yang ada serta mendapatkan nilai fungsi obyektif yang optimum bisa diselesaikan.

Berikut adalah beberapa contoh software optimasi:

2.6.1 Lingo

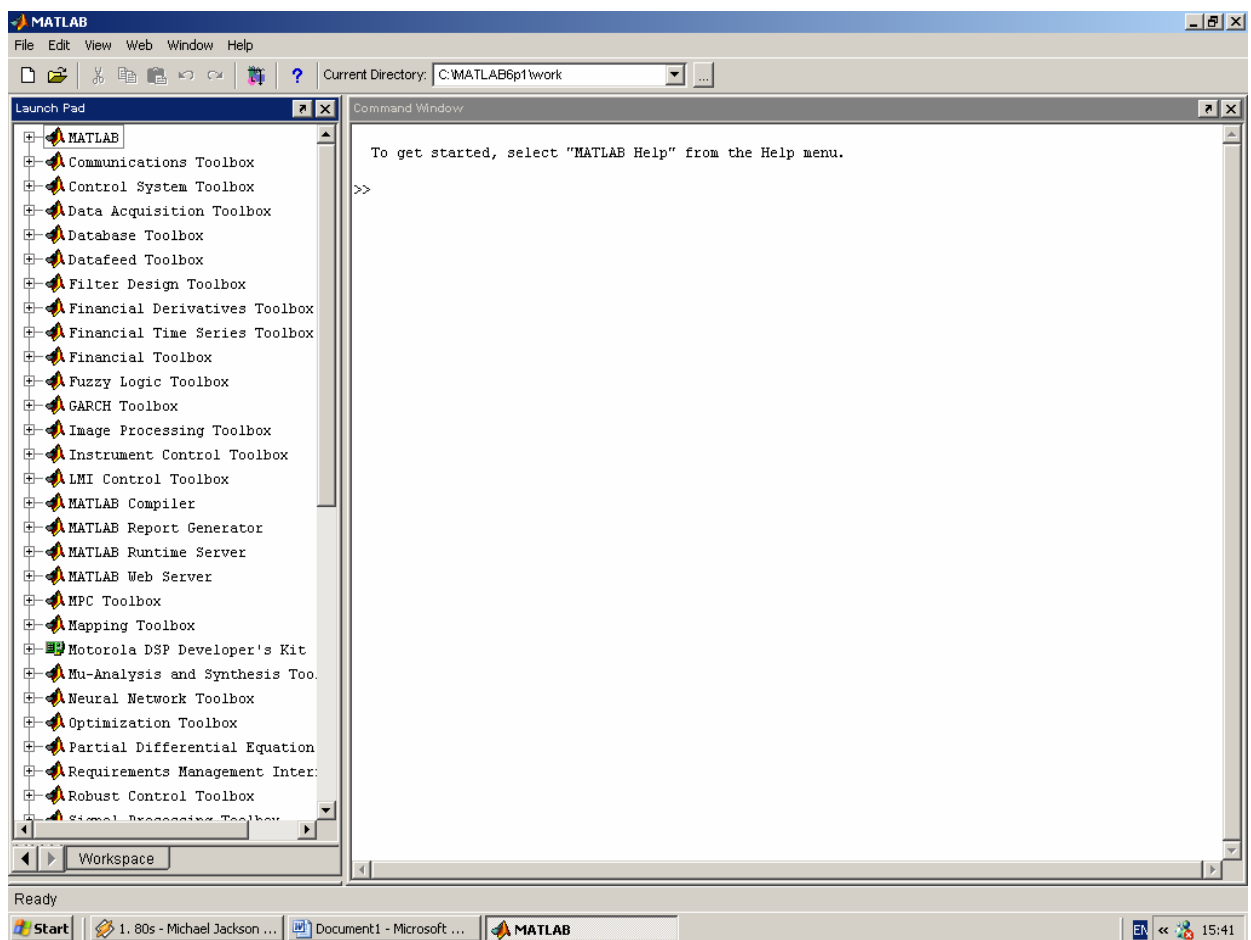
Lingo adalah bahasa pemrograman director yang dikembangkan oleh John H. Thompson yang digunakan dalam Macromedia Director yang berguna untuk menciptakan interaksi antara pemakai dengan movie yang istilah populernya disebut movie interaktif. Dengan Lingo kita bisa mengontrol movie agar memberikan respon dari suatu kondisi dan kejadian tertentu, sebagai contoh lingo dapat membuat tombol navigasi untuk berpindah antar halaman presentasi dengan mudah, menggerakkan objek, mengontrol volume suara dan masih banyak lagi. Bahasa pemrograman Lingo dirilis untuk pengembangan perangkat lunak Under Windows. Versi ini didesain sebagai bahasa pemrograman tingkat tinggi compilable. Sebuah bahasa pemrograman berbasis Smalltalk dikembangkan untuk Rekursiv prosesor dikembangkan oleh

Linn Smart Computing di Skotlandia, Inggris . Bahasa ini disebut Lingo dan signifikan karena produsen berhasil memperoleh merek dagang di Inggris. Lingo juga merupakan bahasa pemrograman untuk menyelesaikan linear, integer optimasi masalah dan nonlinier, pertama kali dikembangkan pada tahun 1988 oleh Lindo Systems Inc Bahasa ini masih dalam produksi.

2.6.2 Matlab

Matlab merupakan bahasa pemrograman dengan kemampuan tinggi dalam bidang komputasi. Saat ini, bahasa pemrograman tidak hanya dituntut memiliki kemampuan dari segi komputasi, tetapi juga kemampuan visualisasi yang baik.

Matlab memiliki kemampuan mengintegrasikan komputasi, visualisasi, dan pemrograman. Dalam memvisualisasikan sebuah obyek, *matlab* memiliki kemampuan merotasi obyek tanpa mengubah programnya. Tampilan matlab bisa dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Tampilan Matlab

2.6.3 Solver Add-In Excell

Solver adalah program tambahan Microsoft Excel yang bisa Anda gunakan untuk analisis bagaimana-jika. Gunakan Solver untuk menemukan nilai optimal (maksimum atau minimum) untuk rumus di dalam satu sel — yang disebut sel tujuan — tunduk pada batasan, atau batas, pada nilai dari sel rumus lain pada lembar kerja. Solver bekerja dengan grup sel, yang disebut variabel keputusan atau sel variabel sederhana yang digunakan dalam penghitungan rumus di dalam sel tujuan dan batasan. Solver menyesuaikan nilai di dalam sel variabel keputusan untuk memenuhi batas pada sel batasan dan memberikan hasil yang Anda inginkan untuk sel tujuan.

Sederhana, kita bisa menggunakan Solver untuk menentukan nilai minimum atau maksimum dari satu sel dengan mengubah sel lainnya. Misalnya, kita akan mengubah jumlah diproyeksikan iklan anggaran dan melihat efek pada jumlah laba diproyeksikan

Berikut ini adalah contoh penyelesaian masalah menggunakan solver. Di dalam contoh berikut, tingkat iklan di setiap kuartal mempengaruhi jumlah unit yang terjual, secara tidak langsung menentukan jumlah penerimaan penjualan, pengeluaran yang terkait, dan laba. Solver dapat mengubah anggaran kuartal untuk iklan (sel variabel keputusan B5:C5), di atas batasan anggaran total \$20.000 (sel F5), sampai laba total (sel tujuan F7) mencapai jumlah maksimum yang memungkinkan. Nilai di dalam sel variabel digunakan untuk menghitung laba di setiap kuartal, jadi mereka terkait ke sel tujuan dari rumus F7, =SUM (Q1 Profit:Q2 Profit) seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.5.

	A	B	C	F
1		Q1	Q2	Totals
2	Lorem			
3	Ipsum			
4	Dolor			
5	Sit	10,000	10,000	20,000
6	Amet			
7	Profits			103,662

Gambar 2.5 Penentuan Variabel, Batasan, dan Fungsi Obyektif

Dari gambar di atas bisa diketahui bahwa sel 1 merupakan variabel yang harus ditentukan oleh solver tetapi harus tetap memenuhi batasan yang telah ditentukan yaitu sel 2 sedangkan sel 3

adalah sel fungsi obyektif yang harus mencapai nilai optimum. Berikut adalah contoh hasil ketika software solver telah dijalankan yang bisa dilihat pada Gambar 2.6.

5	Sit	7,273	12,346	19,619
6	Amet			
7	Profits			105,447

Gambar 2.6 Hasil Variabel dan Fungsi Obyektif setelah solver berjalan

Dari gambar 2.6 kita bisa mengetahui bahwa variabel keputusan yang harus diambil adalah 7273 dan 12346 sehingga tidak melebihi batasan dan menghasilkan profit yang optimum sebesar 105.447.

Agar solver mengerti perintah sesuai model matematis yang telah ditetapkan maka dilakukan pengaturan untuk bisa diketahui mana yang merupakan variabel, batasan, serta fungsi obyektif. Solver ini merupakan salah satu perangkat lunak yang cukup lengkap karena memiliki beberapa alternative metode penyelesaian antara lain Simplex LP untuk permasalahan Linear, GRG Non Linear untuk masalah non linear dan evolutionary. Bahkan penentuan variabel dalam solver bisa ditentukan apakah binary yakni 1 atau 0 dan integer yakni bilangan bulat.

2.7 Faktor Teknis Desain Kapal

2.7.1 Penentuan Ukuran Utama

Dalam, proses perancangan kapal terdapat langkah-langkah perhitungan untuk menentukan ukuran utama kapal yang dirancang berdasarkan kapal-kapal pembanding. Langkah-langkah ini berlaku pada umumnya untuk berbagai tipe kapal. Ukuran utama yang dicari harus sesuai dengan jenis kapal yang telah ditentukan. Sebagai langkah awal, dicari berbagai variasi tonase kapal ikan untuk kemudian dilakukan proses optimisasi yang akhirnya akan didapatkan ukuran utama kapal.

Adapun ukuran-ukuran yang perlu diperhatikan sebagai kapal pembanding adalah:

a. Lpp (*Length between Perpendicular*)

Panjang yang diukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/FP*).

b. LOA (*Length Overall*)

Panjang seluruhnya, yaitu jarak horizontal yang diukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.

c. *Bm (Moulded Breadth)*

Lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja. Untuk kapal yang terbuat dari kayu atau bukan logam lainnya, diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.

d. *H (Heigh)*

Jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai titik atas balok geladak sisi kapal.

e. *T (Draught)*

Jarak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

2.7.2 Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal. Hambatan kapal penangkap ikan tergantung dari kondisi alur pelayarannya. Koefisien tahanan kapal ini dapat dihitung dengan memakai rumus – rumus menurut (Fyson, 1985).

a. Hambatan Gesek

Hambatan gesek terjadi karena adanya suatu volume air yang melekat pada badan kapal yang terbentuk pada permukaan bagian yang terendam dari badan kapal yang sedang bergerak, dikenal sebagai lapisan batas (*boundary layer*). Besar hambatan gesek dirumuskan sebagai berikut :

$$K_{WR} = \frac{\rho_w}{2} \times v^2 \times WSA \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

$$Re = \frac{v.L}{\nu} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

$$k_r = 0.25$$

b. Hambatan Angin

Hambatan (R_w) dipengaruhi oleh kecepatan relatif kapal (V_{rel}) yang melawan arah angin, luas penampang tengah kapal diatas air ($A\phi$) seperti rumah geladak, tiang agung, cerobong asap, dan lain – lain. Besar hambatan angin dirumuskan sebagai berikut :

$$W_w = K_w \times \frac{P_w}{2} \times V_{rel} \times A\phi \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$$\begin{aligned} K_w &= \text{umunya } 1.0 - 1.3 \\ P_w &= 1.2258 \text{ kg/m}^3 \\ V_{rel} &= V_s + V_w \dots\dots\dots (2.5) \\ V_w &= 3 \end{aligned}$$

c. Hambatan Alat Tangkap

Alat tangkap yang panjang dan terbenam dalam perairan akan membuat hambatan tambahan, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$W_{at} = K_n \times K_{at} \times \frac{\rho_{at}}{2} \times v_{at}^2 \times l \times d \times \varepsilon_{at} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

$$\begin{aligned} K_n &= \text{untuk bahan baja} & K_n &= 1.2 \\ &\text{untuk bahan serat manila} & K_n &= 1.2 - 2.0 \end{aligned}$$

d. Hambatan Bentuk

Hambatan bentuk terdiri dari hambatan tekan (*pressure resistance*) dan tahanan gelombang (*wave resistance*). Besar hambatan bentuk dirumuskan sebagai berikut:

$$W_f = K_f \times \frac{\rho_w}{2} \times v^2 \times WSA \dots\dots\dots (2.7)$$

Hambatan total kapal penangkap ikan adalah :

$$R_t = W_r + W_w + W_{at} + W_f \dots\dots\dots (2.8)$$

2.7.3 Perhitungan Kebutuhan Daya Penggerak

Perhitungan kebutuhan daya penggerak utama menurut (Fyson, 1985) :

$$EHP_{tr} = R_t \times v \dots\dots\dots (2.9)$$

Perhitungan EHPs (*Effective Horse Power*) menurut (Fyson, 1985) :

$$EHP_s = r_l \times EHP_{tr} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

$$r_l = 1 + 40\% \text{ untuk allowance pada kondisi service}$$

Perhitungan EHPs (*Delivery Horse Power*) menurut (Fyson, 1985) :

$$DHP = \frac{EHP_s}{P_c + g} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

$$P_c = \frac{(1-t)}{(1-w)} \times \eta_r \times \eta_o \dots\dots\dots (2.12)$$

$$t = 0.5 C_b + 0.20 \dots\dots\dots (2.13)$$

Perhitungan BHP (*Delivery Horse Power*) menurut (Fyson, 1985) :

$$BHP = DHP \times (1 + 0.003) \dots\dots\dots (2.14)$$

2.7.4 Perhitungan Berat

Perhitungan berat pada kapal pada umumnya terbagi menjadi dua komponen, yaitu LWT (*Light Weight Tonnage*) dan DWT (*Dead Weight Tonnage*). LWT terdiri beberapa bagian, diantaranya adalah berat konstruksi, berat peralatan dan perlengkapan, dan berat permesinan. Berat Konstruksi akan dihitung dengan cara menghitung berapa pelat minimum yang disyaratkan berdasarkan ukuran kapal oleh BKI sesuai pada BKI volume 12 yang mengatur konstruksi untuk kapal ikan. Berat perlengkapan dan peralatan juga dihitung satu pe satu berdasarkan kebutuhan yang disyaratkan. Sedangkan berat mesin dihitung dari berat mesin, mengingat instalasi permesinan di kapal ikan tidak terlalu rumit dan kompleks.

Sedangkan untuk DWT terdiri atas beberapa komponen, meliputi berat bahan bakar, berat minyak pelumas, berat air tawar, berat *provision*, berat orang, dan berat barang bawaan. Perhitungan DWT ini dilakukan untuk satu kali perjalanan *round trip*.

2.7.5 Perhitungan Stabilitas

Menurut pernyataan pihak Fyson (1985), stabilitas kapal dapat diartikan sebagai kemampuan sebuah kapal untuk dapat kembali ke posisi semula (tegak) setelah menjadi miring akibat bekerjanya gaya dari luar maupun dari dalam kapal tersebut atau setelah mengalami momen temporal.

Banyak sekali faktor yang mempengaruhi stabilitas sebuah kapal, dan kebanyakan dari faktor-faktor tersebut adalah bersifat sementara. Ada dua buah gaya yang bekerja pada lambung : *bouyancy*, yang bekerja secara vertikal ke atas sepanjang garis *centre of bouyancy* (CB), dan gaya gravitasi yang bekerja secara vertikal ke bawah sepanjang garis *centre of gravity* (CG). Kedua gaya-gaya di atas masing-masing besarnya sama dengan berat kapal, dan ketika berada di atas air kedua gaya tersebut besarnya sama dan bekerja saling berlawanan disepanjang garis vertikal yang sama. Hal ini bisa dilihat dari kapal yang tidak sedang bergerak dan masih berada di atas air, sehingga kapal tersebut bisa dikatakan dalam kondisi seimbang (*even keel*).

Centre of bouyancy merupakan titik pusat geometris dari volume bagian badan kapal yang berada di bawah air. Apabila kapal miring, kondisi dari bagian lambung yang berada di bawah air akan berubah dan CB akan bergerak/berubah posisi secara horisontal dan tetap secara vertikal berada pada *geometrical centre* dari bagian lambung yang berada di bawah air. Meskipun diasumsikan tidak ada gerakan pada kapal, CG akan tetap berada pada posisi yang sama pada lambung kapal. Dengan demikian kita mendapatkan kondisi di mana gaya gravitasi yang bekerja ke arah bawah dan gaya *bouyancy* yang bekerja ke arah atas berada tidak pada satu garis vertikal. CB akan selalu bergerak ke sisi yang lebih rendah dari lambung, karena bagian lambung yang tercelup air akan bertambah pada saat kapal miring. Sehingga lengan gaya positif akan terbentuk dari *bouyancy* yang bekerja ke atas dan gaya gravitasi yang bekerja ke bawah, yang mana di harapkan dapat membuat kapal terangkat dan kembali ke posisi seimbang (*equilibrium*).

Sifat stabilitas sendiri pada lambung kapal cenderung akan menghasilkan *righting force* yang kuat terlebih pada saat kapal miring, yang mana hal tersebut merupakan hal kecil dari karakteristik stabilitas yang kita butuhkan untuk keselamatan.

Sebagai hasil dari kombinasi arah gaya *aerodinamis*, *hidrodinamis*, dan gravitasi dan gaya apung maka posisi lambung kapal bisa bervariasi berdasarkan tiga luasan, yaitu:

- a. Luasan *midship* (*heeling* dan *rolling*)
- b. Luasan simetri (perubahan *trim* melintang, *pitching*)

c. Luasan pada saat *load waterline* (perubahan arah gerak *yawing*)

Selanjutnya stabilitas bisa didefinisikan sebagai kemampuan alami sebuah kapal untuk kembali ke posisi awal setelah mendapatkan pengaruh gaya dari angin dan gelombang.

Stabilitas sebuah kapal tergantung pada :

1. Bentuk dari lambung kapal.
2. Distribusi ballast sebagai hubungannya dengan betuk penuh kapal.

Menurut NCVS (2009), stabilitas kapal utuh harus memenuhi persyaratan ketentuan stabilitas yang diakui, sehingga kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas untuk kapal ikan mengacu pada *Torremolinos Convention*. Kriteria tersebut antara lain sebagai berikut:

- a. Luas di bawah kurva GZ dari $0^\circ - 30^\circ$ tidak boleh kurang dari 0,055 meter-radian. Dan tidak boleh kurang dari 0,099 m-radian sampai kemiringan 40° . Luas dibawah kurva GZ antara sudut 30° dan 40° tidak boleh kurang dari 0,03 meter-radian.
- b. Pada sudut $\geq 30^\circ$, lengan lurus GZ harus sekurang-kurangnya 0,20 meter.
- c. GZ maksimum harus terjadi pada sudut miring $> 30^\circ$
- d. GMt tidak boleh kurang dari 0,35 meter.

2.7.6 Perhitungan Freeboard

Kapal ikan merupakan kapal dengan panjang kurang dari 24 m, sehingga untuk menghitung lambung timbul tidak dapat menggunakan ketentuan Internasional Convention on Load Lines (ICLL) 1966. Oleh sebab itu, perhitungan lambung timbul kapal ikan menggunakan aturan Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged 2009.

2.7.7 Perhitungan Trim

Perhitungan trim merupakan syarat mutlak dalam perancangan sebuah kapal. Suatu kapal dapat dikatakan layak untuk berlayar jika telah memenuhi beberapa persyaratan, salah satu syarat itu adalah besarnya kondisi trim kapal yang terjadi. Suatu kapal dikatakan dalam kondisi baik untuk berlayar jika berada dalam kondisi even-keel. Namun bila tidak diperoleh kondisi tersebut, ada beberapa persyaratan yang diijinkan dalam kondisi trim, yaitu besarnya trim tidak lebih dari 0.05%. nilai ini dijadikan sebagai batasan (constrain) dalam proses iterasi dalam memperoleh ukuran utama.

2.8 Pembuatan Rencana Garis(Lines Plan)

Rencana garis adalah gambar potongan melintang, memanjang dan diagonal kapal yang dilihat dari samping, depan, atas dan digambarkan dalam bentuk garis. Beberapa gambar yang ada dalam rencana garis adalah:

a. *Body Plan*

Garis-garis yang menggambarkan bentuk potongan melintang badan kapal yang cukup digambar separuh, dimana pada bagian kiri merupakan bagian belakang dan kanan merupakan bagian depan. *Body plan* merupakan bagian terpenting dalam menggambar rencana garis, karena gambar-gambar yang lain merupakan hasil dari proyeksi dari gambar ini.

b. *Sheer Plan*

Garis-garis yang menggambarkan bentuk potongan memanjang badan kapal pada bottom line.

c. *Half Breadth Plan*

Garis-garis yang menggambarkan bentuk potongan horizontal badan kapal pada garis air tertentu. Garis tersebut membentuk setengah lebar kapal terhadap *centerline*.

d. Garis Air (*Water Lines*)

Garis-garis yang memotong horizontal tiap suatu ketinggian garis air tertentu yang digambarkan bentuk badan kapal secara memanjang, dilihat dari pandangan atas.

e. Garis Dasar (*Base Lines*)

Garis air yang paling bawah, dalam hal ini adalah garis air 0 m.

f. Garis Muat (*Load Water Lines*)

Garis air yang paling atas pada waktu kapal dengan muatan penuh. Dalam keadaan operasional garis muat ini dapat dilihat dengan adanya tanda lambung timbul (*freeboard mark*) disebelah kanan kiri lambung kapal.

g. Garis Geladak

Terdiri dari dua bagian yaitu garis geladak tepi dan garis geladak tengah. Untuk kapal yang memiliki *chamber*, jarak antara garis geladak tengah dan garis geladak tepi adalah $\frac{1}{50}$ lebar setempat.

h. Garis Tegak Potngan Memanjang (*Buttock Lines*)

Garis tegak yang memotong kapal secara memanjang, tujuannya untuk mengetahui keselarasan dan kebenaran dari bentuk station-station yang direncanakan kearah memanjang kapal.

i. Garis Sent (*Sent Lines*)

Garis yang ditarik pada salah satu atau beberapa titik pada garis (*centerline*) dan membuat sudut dengan garis tengah tersebut. Tujuannya untuk mengetahui keselarasan dan kebenaran dari bentuk station-station yang direncanakan kearah diagonal.

j. Pandangan Samping (*side view*)

Garis yang dibentuk tepat pada garis tengah kapal (*center line*) dari pandangan samping

2.9 Pembuatan Rencana Umum (General Arrangement)

Rencana umum didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang sesuai dengan kebutuhan dengan fungsi dan perlengkapannya (Taggart, 1980). Pembuatan rencana umum kapal didasarkan pada peletakan kamar mesin, kebutuhan akomodasi, serta peletakan tangki-tangki yang dibutuhkan. Selain itu, perlu dipertimbangkan dimensi dan letak peralatan dan akomodasi diatas geladak. Aspek keselamatan dan efisiensi juga turut diperhatikan dalam perencanaan tangki maupun perlengkapan lain sehingga ikut berperan dalam menjaga stabilitas dan kondisi trim kapal.

BAB 3

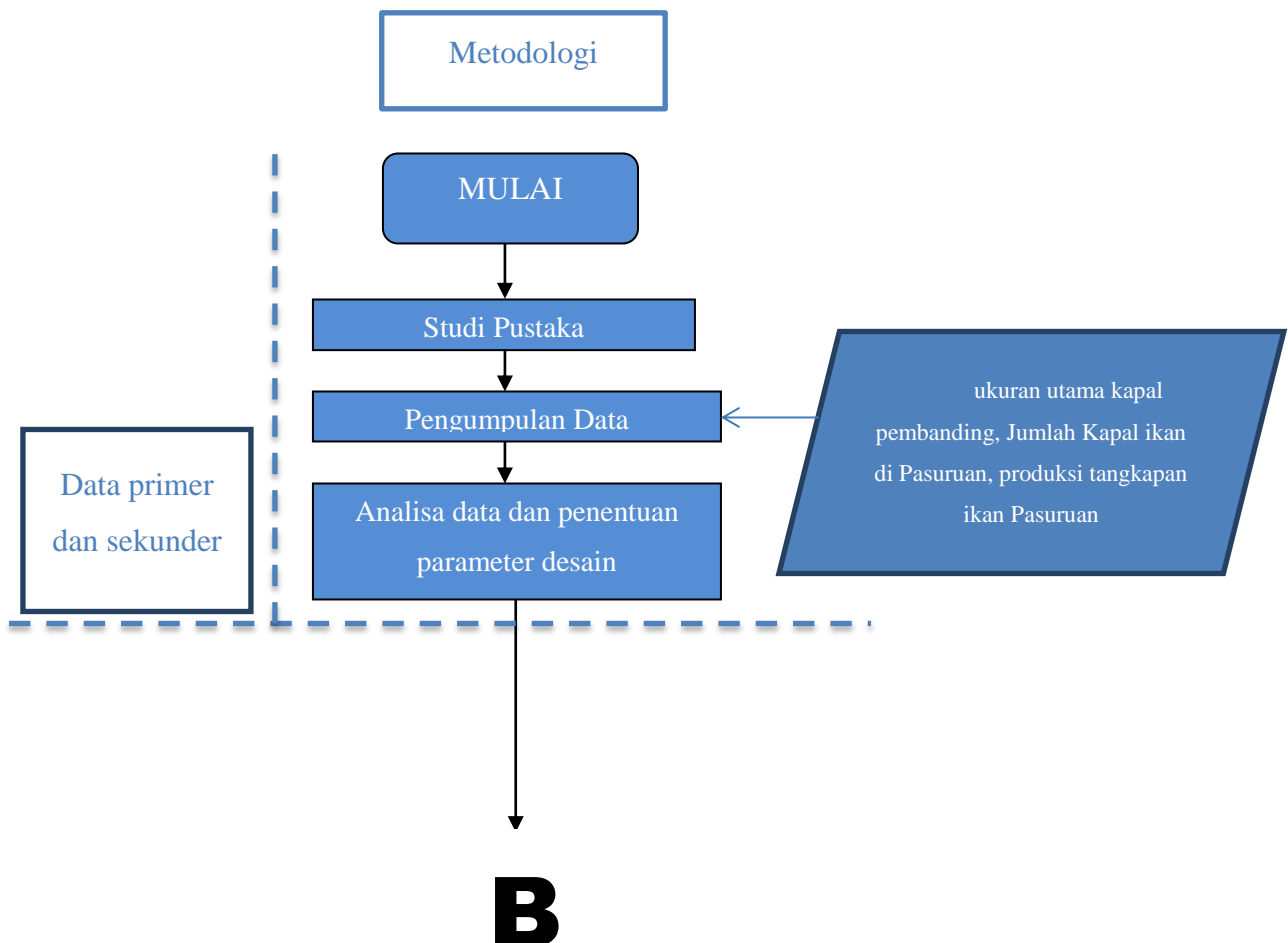
METODOLOGI PENELITIAN

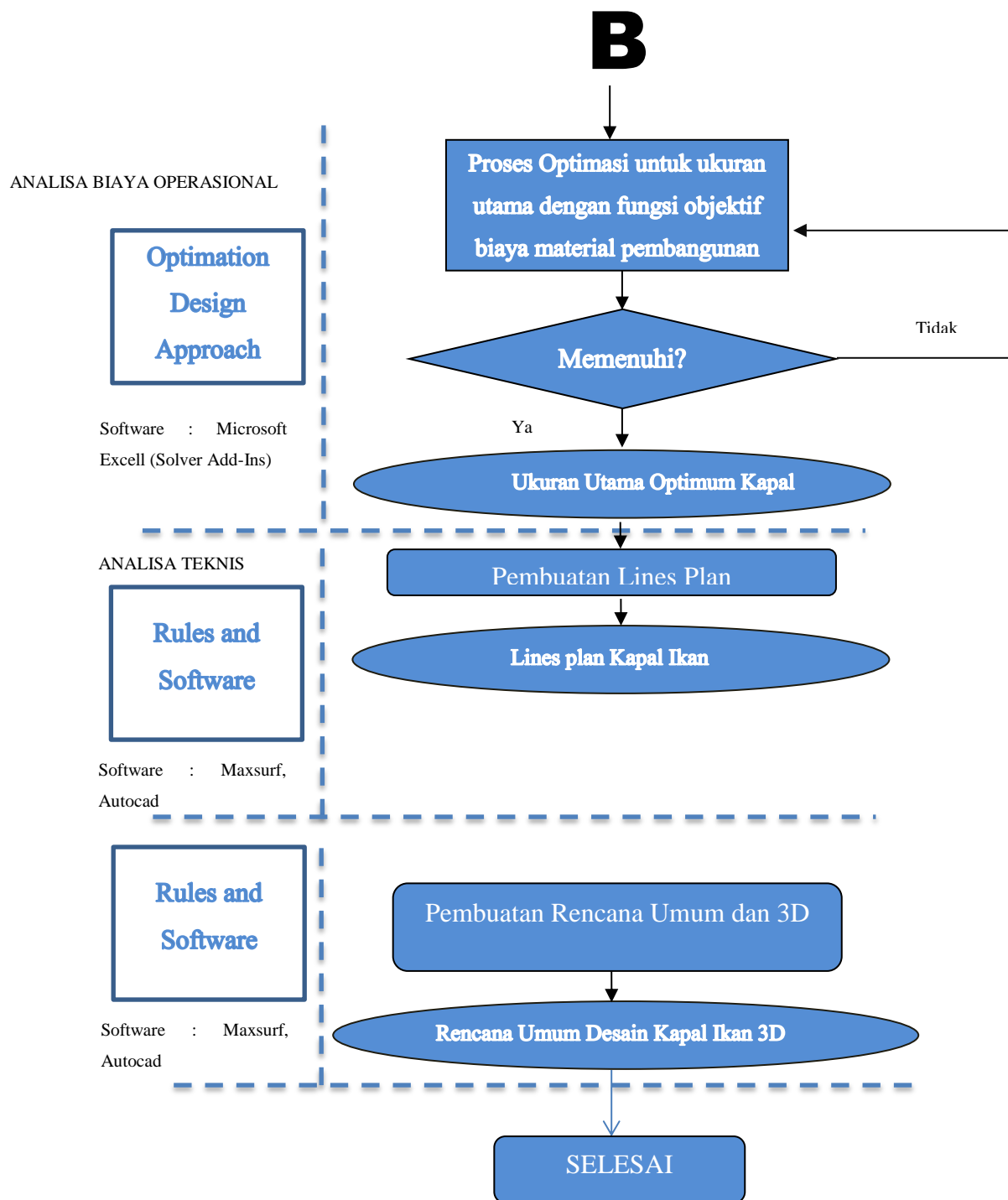
3.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana langkah-langkah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Digambarkan dengan diagram alir pengerjaan, kemudian dijelaskan setiap poin yang ada dalam diagram alir tersebut.

3.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir (*flowchart*) metodologi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini. Pada beberapa tahap pengerjaan ada pemeriksaan pemenuhan hasil perhitungan berdasarkan kriteria tertentu. Jika hasil pemeriksaan memenuhi maka bisa lanjut ke tahap selanjutnya, jika hasil tidak memenuhi maka harus kembali ke tahap sebelumnya untuk melakukan analisis ulang.





Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan

3.3 Langkah Pengerjaan

3.3.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengambilan data primer maupun sekunder guna menunjang proses desain awal kapal penangkap dan pengolah ikan. Data-data inilah yang akan menjadi patokan inti dari proses perancangan kapal penangkap dan pengolah ikan ini kedepannya. Data-data yang dibutuhkan antara lain:

- Data tangkapan ikan di daerah Pasuruan

Data ini didapatkan dari Dinas Perikanan dan Kelautan Jawa Timur. Data ini digunakan untuk mengetahui berapa rata-rata tangkapan ikan yang ada di daerah Pasuruan per tahun untuk nantinya didetailkan lagi berapa hasil tangkapan per hari untuk mendapatkan berapa *payload* yang optimum.

- Data Jumlah Kapal Ikan di daerah Pasuruan (ukuran 6-10 GT)

Data ini didapatkan dari Dinas Perikanan dan Kelautan Jawa Timur. Data ini digunakan untuk menentukan ukuran *payload* rata-rata kapal di Pasuruan dan berapakah jumlah penurunannya agar bisa terpenuhi oleh desain kapal penangkap dan pengolah ikan, sehingga kapal penangkap dan pengolah ikan muatannya bisa beberapa kali muatan kapal yang beroperasi di Pasuruan.

3.3.2 Analisa Data dan Penentuan Parameter Desain

Pada proses ini dilakukan setelah terkumpulnya data-data yang dibutuhkan dan ditunjang dengan proses pembelajaran literatur-literatur lebih lanjut. Analisa ini dilakukan untuk mendapatkan rencana jumlah muatan atau *payload* serta batasan-batasan dalam pencairan data kapal pembanding. Selajutnya dilakukan pengumpulan data-data kapal pembanding yang sesuai dengan batas-batas *payload* yang sudah ditentukan.

3.3.3 Perhitungan Optimasi Ukuran Utama

Proses perhitungan ukuran utama kapal ikan menggunakan metode optimasi dimana pengambilan data sebanyak beberapa data kapal pembanding dengan batas atas-bawah data sebelum 20 %.

Metode optimasi adalah metode yang digunakan untuk mencari harga optimum (*maximum* atau *minimum*) dari suatu fungsi matematis. Pada metode ini , fungsi tidak dapat berdiri sendiri

tetapi ada batasan-batasannya. Maka sebelum melaksanakan metode tersebut terlebih dahulu menentukan fungsi objektif, desain variabel, konstanta, batasan-batasan, dan parameter.

- Fungsi Objektif : fungsi dari desain variabel yang akan menghasilkan satu harga. Dimana pada proses ini harga pembangunan kapal menjadi fungsi objektif yang disetting dengan harga minimum.
- Desain Variabel : Nilai yang ingin dicari atau dihitung berdasarkan fungsi objektifnya. Nilai yang dicari antara lain panjang, lebar, tinggi, sarat, dan koefisien blok kapal.
- Konstanta : Nilai yang besarnya sudah ditetapkan dan tidak berubah selama proses optimasi (berat jenis air, berat jenis baja, berat jenis muatan, gravitasi, dll).
- Parameter : Nilai yang sudah ditetapkan sebagai acuan (jumlah muatan)
- Batasan : Nilai-nilai yang sudah ditetapkan akan standar minimumnya berdasarkan aturan atau *rule* yang berlaku (Nilai F_n , stabilitas, *freeboard*, trim, *displacement*, dan rasio).

Dengan menggunakan metode ini akan didapatkan suatu persamaan dari setiap variabel yang diukur yaitu variabel panjang (L), lebar (B), tinggi (H), dan sarat (T) terhadap jumlah batas muatan kapal-kapal pembeding. Selanjutnya untuk memperoleh ukuran utama dengan cara memasukkan nilai-nilai diatas untuk dioptimalkan oleh software.

3.3.4 Pembuatan Desain Rencana Garis, Rencana Umum, serta 3D

Pada proses ini didahului untuk melakukan perhitungan parameter-parameter yang sudah ditentukan pada suatu kapal dengan metode *Parametric Design Approach*. Parameter-parameter yang sudah ditentukan antara lain :

- Rasio
- *Displacement*

Berat total barge (DWT+LWT+Margin yang ditentukan) yang akan direncanakan harus sama dengan nilai displacement hasil perhitungan ($L \times B \times T \times C_b$)

- Trim
- *Freeboard*

Acuan lambung timbul yang nantinya akan digunakan sebagai nilai minimum yang harus dipenuhi pada muatan penuh

- Stabilitas

Selanjutnya dilakukan proses pembuatan rencana garis dengan bantuan *software maxsurf*. Pembuatan desain dilakukan dengan memperhatikan desain-desain *barge* pada umumnya. Kemudian hasil rencana garis dari *maxsurf* diproses kembali dengan *software AutoCad* guna memperbaiki hasil desain dan dilanjutkan dengan proses pembuatan rencana umum. Selanjutnya proses pembuatan 3D dilakukan dengan *software maxsurf*.

3.3.5 Kesimpulan dan Saran

Setelah semua tahap selesai dilaksanakan maka selanjutnya ditarik kesimpulan dari analisa dan perhitungan dimana kesimpulan berupa ukuran utama kapal dan estimasi biaya operasional. Hal ini akan menunjukkan hasil utama dari proses desain ini.

Sedangkan saran dibuat untuk memberitahukan bagian apa yang diperlukan penyempurnaan pada proses desain ini.

(Halaman ini sengaja dikosongkan penulis)

TINJAUAN LOKASI

4.1 Gambaran Umum Pasuruan

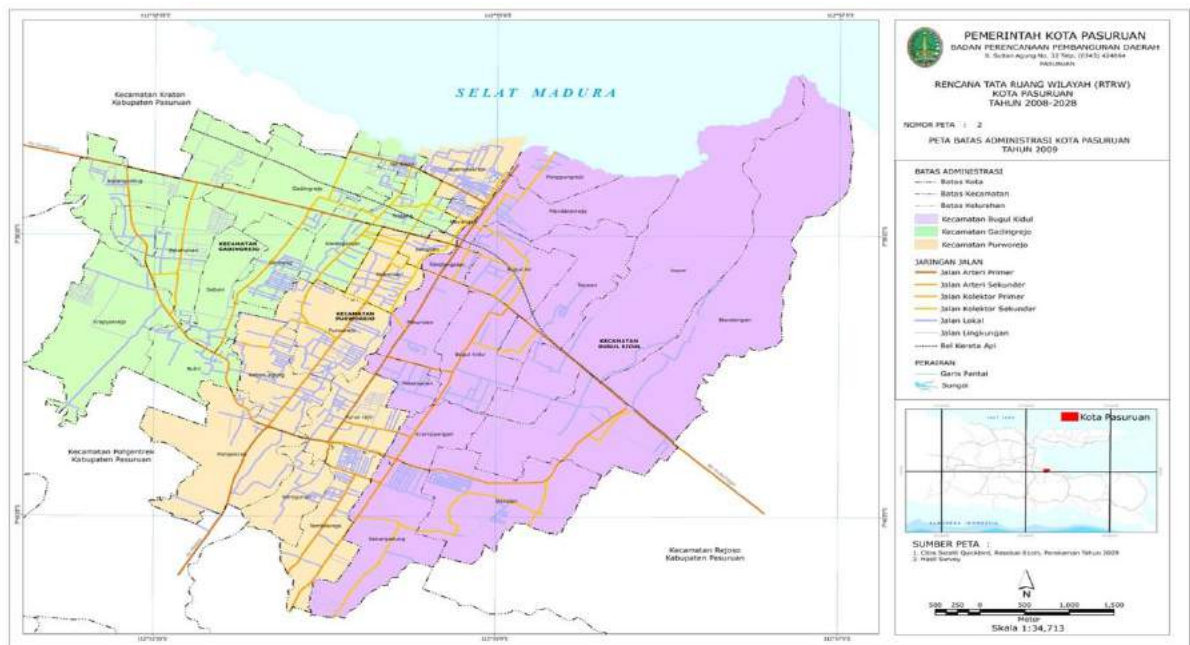
Kota Pasuruan terletak di tengah-tengah Kabupaten Pasuruan, terbentang antara 112°45′-112°55′ Bujur Timur dan 7°35′-7°45′ Lintang Selatan. Wilayah ini merupakan dataran rendah dengan ketinggian rata-rata 4 meter dari permukaan air laut. Kota Pasuruan memiliki panjang pantai 4,5 km yang terbentang dari barat ke timur. Kota Pasuruan berada di persimpangan segitiga emas jalur regional Surabaya-Probolinggo-Malang dengan jarak 60 km ke Surabaya, 38 km ke Probolinggo dan 54 km ke Malang seperti pada peta administrasi pada Gambar 4.1 (untuk gambar lebih jelas di lampiran). Oleh karena lokasinya yang strategis itulah maka memberikan kontribusi yang besar pada pergerakan perindustrian dan perdagangan. Kota Pasuruan memiliki luas 36,58 km² atau 0,07% dari luas Jawa Timur dengan batas-batas wilayah sebagai berikut :

Sebelah Utara : Selat Madura

Sebelah Timur : Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan

Sebelah Selatan : Kec. Gondangwetan dan Kec. Pohjentrek Kabupaten Pasuruan

Sebelah Barat : Kec. Kraton Kabupaten Pasuruan



Gambar 4.1 Peta Administrasi Pasuruan
Sumber: Dinas Perikanan dan Kelautan (2014)

Secara administratif terbagi menjadi 3 kecamatan dan memiliki 34 kelurahan. Wilayah Kecamatan Gadingrejo terdiri dari 11 kelurahan, Kecamatan Purworejo terdiri dari 10 kelurahan dan Kecamatan Bugul Kidul meliputi 13 kelurahan. Kota Pasuruan terletak di pantai Selat Madura, di batas barat terdapat Sungai Welang, di tengah kota mengalir Sungai Gembong, dan di timur mengalir Sungai Petung. Ketiga sungai tersebut berfungsi sebagai drainase alam yang bermuara di Selat Madura.

Kota Pasuruan merupakan wilayah datar, melandai dari selatan ke utara dengan kemiringan 0-1%, berada pada ketinggian 0-10 m di atas permukaan air laut, di sebelah utara terdapat bagian yang agak cekung sehingga pembuangan airnya terlambat. Wilayah Kota Pasuruan merupakan dataran aluvium dari campuran bahan endapan yang berasal dari daerah tufvulkanis intermedier Pegunungan Tengger di sebelah selatan bukit lipatan dan Pasuruanan endapan berkapur Raci di bagian barat dan Grati di bagian timur. Mengenai kondisi eksisting penggunaan tanah di Kota Pasuruan : Luas kawasan terbangun 953,74 Ha atau sebesar 55 % dari luas wilayah administrasi dan luas ruang terbuka merupakan sisa dari kawasan terbangun yaitu sebesar 2445,16 Ha atau sebesar 45% dari luas wilayah administrasi (Meylia, 2014).

4.2 Struktur Pesisir Pasuruan

4.2.1 Pembagian Wilayah Pesisir Pasuruan

Rencana Kawasan pesisir meliputi:

1. Zona konservasi atau lindung meliputi di sepanjang pantai di Kecamatan Bangil, Kecamatan Kraton, Kecamatan Lekok, Kecamatan Grati, dan Kecamatan Nguling.
2. Zona pengembangan meliputi:
 - a. Kawasan perikanan tangkap, terdapat di seluruh kawasan perairan laut Kabupaten Pasuruan yang merupakan area yang dirancang untuk mengakomodasi dan menjamin akses yang kontinyu pada sumberdaya ikan bagi nelayan yang menggunakan alat tangkap yang permanen maupun setengah permanen dan struktur budidaya laut;
 - b. Kawasan pariwisata, meliputi sepanjang pesisir pantai di Kabupaten Pasuruan yang pemanfaatannya selain untuk hutan bakau; serta
 - c. Kawasan peruntukan industri di pesisir Kabupaten Pasuruan saat ini dikembangkan terutama di Kecamatan Nguling (dalam skala besar),

sedangkan secara terbatas/kecil untuk mendukung pengolahan hasil perikanan dikembangkan di seluruh kecamatan di kawasan pesisir berupa kawasan peruntukan industri kecil/menengah pada rencana kawasan permukiman yang telah ditetapkan.

3. Zona pengembangan darat meliputi

- a. Zona permukiman, meliputi permukiman perkotaan maupun perdesaan yang pemakaiannya tidak didominasi oleh pertanian atau kehutanan. Zona ini terdapat di sepanjang utara Kabupaten Pasuruan yang merupakan permukiman nelayan.
- b. Zona pariwisata, terdiri dari yang dirancang untuk pembangunan pariwisata yang sudah ada dan yang diproyeksikan.

Upaya penanganan dan pengelolaan kawasan pesisir dilakukan dengan cara:

- a. Membatasi pengembangan kawasan terbangun pada kawasan perlindungan ekosistem berupa hutan bakau dan terumbu karang di sepanjang pesisir utara Kabupaten Pasuruan. Perlindungan ekosistem ini perlu ditunjang oleh kegiatan pariwisata dan penelitian serta berbagai kegiatan pecinta alam dan lingkungan;
- b. Membatasi limbah industri yang diakibatkan oleh industri-industri yang berada di pesisir utara Kabupaten Pasuruan; serta
- c. Pengembangan prasarana dan sarana, baik untuk wisata maupun perikanan.

Setiap upaya eksplorasi dan eksploitasi sumber daya laut, dilakukan berdasarkan kewenangan dan arahan perencanaan serta pengelolaan khusus kawasan pesisir dan kelautan, yang akan disusun terpisah berdasarkan peraturan perundangan yang berlaku.

4.2.2 Fisiografi Pesisir Pasuruan

Pesisir pantai Utara Jawa Timur pada umumnya berdataran rendah yang ketinggiannya hampir sama dengan permukaan laut. Wilayah yang termasuk zona pesisir utara Jawa Timur adalah Kabupaten Tuban, Lamongan, Kota Pasuruan, Surabaya, Sidoarjo, Pasuruan, Probolinggo dan Situbondo. Pesisir pantai utara Jawa dikenal sebagai daerah cekungan yang mengalami penurunan pada zaman Oligo-Miosen. Pada bagian utara Jawa Timur terdapat dua cekungan yang

mempunyai tatanan stratigrafi yang berbeda yaitu Cekungan Kendeng dan Cekungan Rembang. Cekungan Kendeng terletak di sebelah selatan dan digolongkan ke dalam jenis cekungan “back arc fold thrust belt”, sedangkan Cekungan Rembang merupakan cekungan paparan. Cekungan Kendeng pada umumnya mengandung kadar batuan vulkanik yang tinggi dengan sedikit sisipan-sisipan batu karbonat dan bersifat “ flysch”. Sedimen -sedimen pada Cekungan Rembang memperlihatkan kadar pasirnya yang tinggi disamping adanya peningkatan batuan karbonat serta menghilangnya endapan vulkanik.

Tersedianya potensi sumberdaya alam di pesisir dan laut Jawa Timur ini, mendorong kegiatan eksploitasi yang tidak mengindahkan kelestarian lingkungan. Kegiatan eksploitasi yang berlebihan menyebabkan kondisi lingkungan di sebagian pesisir Jawa Timur mengalami banyak tekanan seperti pencemaran terhadap sungai dan laut, degradasi bakau, karang, padang dan akumulasi endapan lumpur akibat erosi didaratan yang tidak terkendali. Kawasan di Pesisir Utara Jawa Timur yang termasuk mengalami tekanan berat akibat dampak pembangunan adalah kawasan Selat Madura dan pesisir selatan Kabupaten Pamekasan, Sampang, Bangkalan, Kota Pasuruan, Kodya Surabaya, Sidoarjo, Pasuruan dan Probolinggo. Beratnya tekanan eksploitasi sumber daya pesisir serta pesatnya laju pencemaran ini, secara gradual dipengaruhi oleh masukan limbah baik domestik atau dari penduduk setempat maupun industri, yang berakibat penurunan kualitas fisik lingkungan perairan dan produktivitas ekosistem dapat turun ke titik terendah.

Perairan Selat Madura secara fisiografis bisa digambarkan sebagai perairan yang berbentuk setengah cawan (setengah cekungan). Dari hasil penelitian Puslitbang Geologi Kelautan di perairan Selat Madura (1995), kondisi perairannya mempunyai bentuk fisiografi yang landai, dengan dicirikan mulai dari kedalaman 10 m, 20 m, 30 m menerus ke arah timur hingga mencapai kedalaman 90 m, kemudian dilanjutkan ke tepian laut dalam di Laut Bali dengan kedalaman mulai dari 200 m. Lembah tersebut memanjang dari barat ke timur, dan makin mendalam ke arah timur hingga ke Cekungan Bali (Bali Basin). Lembah tersebut seolah-olah menggambarkan arah pengendapan bawah permukaan dan aliran cairan di bawah permukaan dengan arah barat – timur. Pergerakan tersebut terlihat pula dari proses pergerakan sedimen mulai daerah Surabaya (alur sempit) ke arah timur hingga ke bagian tengah Selat Madura. Berdasarkan hasil pengambilan contoh sedimen permukaan dasar laut di Selat Madura, secara umum dasar laut perairan Selat Madura ditutupi oleh endapan lumpur lanauan dan lumpur pasir dengan ketebalan berkisar antara 20 – 60 m yang berumur Holocene (<10.000 tahun). Bentuk dari ukuran

butir endapan dasar laut di Selat Madura ukuran bentuknya ke arah timur makin menghalus. Sementara keberadaan fraksi kasar pasir di bagian barat Selat Madura diduga terangkut oleh arus pasang surut yang cukup kuat (mencapai 1 knot) di alur sempit Kota Pasuruan dan Surabaya. Pola umum sebaran sedimen dasar laut di Selat Madura adalah dominan ke arah timur mengikuti pola kontur kedalaman (Meylia, 2014).

4.2.3 Kondisi Oseanografi

Kondisi Oseanografi di kawasan pesisir dan laut dapat digambarkan oleh terjadinya fenomena alam seperti terjadinya pasang surut, arus, gelombang, suhu, dan salinitas. Fenomena – fenomena ini memberikan kekhasan karakteristik pada kawasan pesisir dan dan lautan. Sehingga menyebabkan terjadinya kondisi fisik perairan yang berbeda – beda.

1. Pasang Surut

Pasang surut (pasut) adalah proses naik turunnya muka laut secara hamper periodic karena gaya tarik menarik benda – benda angkasa, terutama bulan dan matahari. Metode yang digunakan antara lain menggunakan admiralty. Analisa admiralty yang telah dilakukan, didapatkan nilai konstanta harmonik. Nilai muka laut rerata MSL adalah 179,8 cm, LLWL atau muka laut rendah terendah 24,6 cm dan nilai muka laut tinggi tertinggi HHWL adalah 335,1 cm dengan tunggang pasut sekitar 278 cm saat purnama dan 125 cm saat perbani. Dari nilai bilangan Formzahl (Nilai $F = 0.80$) maka dapat disimpulkan bahwa jenis pasut disekitar perairan pantai Grati, Pasuruan adalah tipe campuran condong ke harian ganda (mixed prevealing semi diurnal tide).

2. Arus

Data kecepatan arus merata-ratan terhadap ke-dalaman merupakan arus rata-rata yang terjadi pada seluruh kolom air kedalaman perairan tersebut. Berdasarkan hasil pengolahan data kecepatan dan arah arus, tampak bahwa kecepatan arus berkisar antara 0,0025 – 0,2305 m/det. Arah rata-rata arus menuju ke timur – tenggara (arah 75° – 120°) ketika kondisi muka laut pasang atau menuju pasang maka kecepatan arus kecil atau mencapai minimal dan sebagian arus bergerak ke selatan barat daya (150° - 250°). Sedangkan ketika kondisi muka laut surut atau menuju surut maka kecepatan arus mencapai nilai lebih besar atau maksimal dan sebagian arus bergerak ke arah timur-tenggara (75° - 120°). Oleh karena tipe pasut perairan Pasuruan adalah campuran

condong ke harian ganda, maka pada saat fukuasi muka laut menuju pasang yang kedua, arus bergerak kembali ke selatan-baratdaya dengan kecepatan rata-rata 0,034 m/det – 0,125 m/det dan pada saat menuju surut yang kedua, arus bergerak ke arah timur-timur laut dengan kecepatan lemah yakni 0,032 m/det.

3. Gelombang

Tinggi dan periode gelombang yang didapatkan dipengaruhi oleh angin yang datang dari arah Timur Tenggara. Secara umum berdasarkan hasil pengamatan tinggi dan periode gelombang di perairan Grati relatif sedang, rata – rata ketinggian gelombang adalah 0,11 cm dan rata – rata periode gelombang adalah 4,76 detik. Gelombang tertinggi sebesar 0,21 meter dengan periode 5,5 detik. Berdasarkan hasil pengukuran, tinggi dan periode gelombang di perairan Pasuruan relatif sedang. Tinggi gelombang rata-rata 0,11 cm dan periode gelombang rata – rata 4,76 detik. Gelombang tertinggi sebesar 0,21 meter dengan periode 5,5 detik. Berdasarkan hasil peramalan pada saat musim barat mencapai 1,9 - 2,1 m dan musim timur 2,0 - 2,3 m. Adapun klasifikasi berdasarkan kedalaman gelombang termasuk gelombang perairan transisi dan profil vertikal kecepatan orbital gelombang pada puncak gelombang 0,13 m/det dan lembah gelombang -0,13 m/det dan masih mempengaruhi dasar perairan.

4. Suhu dan Salinitas

Besarnya kisaran suhu di perairan Pasuruan adalah $29,4^{\circ} - 29,6^{\circ}\text{C}$. Hal ini dipengaruhi oleh angin musim barat. Sedangkan besarnya salinitas di pesisir Pasuruan adalah 9 – 10 ppt (gr/kg).

4.3 Pelabuhan Pasuruan

Kota Pasuruan terletak pada persimpangan jalan poros Surabaya-Probolinggo-Malang, dengan jarak 60 km ke Surabaya, 38 km ke Probolinggo dan 54 km ke Malang. Kondisi jalan dalam kota cukup baik dengan penyebaran yang merata di seluruh wilayah. Hubungan ke luar Jawa melalui laut terutama ke Kalimantan dan Sulawesi dapat dilakukan melalui pelabuhan. Pada saat ini Pelabuhan Kota Pasuruan memanfaatkan muara sungai Gembong yang terlihat pada Gambar 4.2 sebagai pelabuhan perdagangan antar pulau dengan kegiatan utama untuk pelayaran rakyat (PELRA).



Gambar 4.2 Muara Sungai Gembong
Sumber: Meylia (2014)

Sebagai kota pelabuhan, Kota Pasuruan tidak hanya dilewati lalu lintas orang dan barang melalui darat, tapi juga melayani sirkulasi lalu lintas laut melalui Pelabuhan Pasuruan. Pelabuhan ini (Gambar 4.3) selain melayani penumpang dari Kota Pasuruan, pelabuhan ini juga melayani penumpang dari kota/daerah di sekitar di sekitar Kota Pasuruan seperti Kabupaten Pasuruan, Kab/Kota Malang yang dikenal dengan sektor industrinya.



Gambar 4.3 Kondisi Pelabuhan Pasuruan
Sumber: Meylia (2014)

Pelabuhan Kota Pasuruan termasuk dalam kategori dermaga yang menyerupai jari, mengikuti bentuk daratan yang menjorok.

Pelabuhan Perikanan di Pasuruan bernama Pelabuhan Lekok. Pelabuhan ini terletak di Desa Jatirejo Kecamatan Lekok Kabupaten Pasuruan Provinsi Jawa Timur dengan jarak 18 Km dari Ibukota Kabupaten Pasuruan. Keberadaan lokasi Pelabuhan Lekok ini terletak :

Sebelah Utara : Selat Madura

Sebelah Selatan : Desa Tambak Lekok

Sebelah Barat : Desa Patuguran

Sebelah Timur : Desa Jatirejo

Sarana fasilitas pokok, fasilitas fungsional dan fasilitas penunjang IPP Lekok didirikan di atas lahan seluas 24.065 m² dari hasil pengembangan reklamasi pantai dengan kemiringan 0 – 25° dengan ketinggian 2 meter di atas permukaan laut. Yang terletak pada posisi koordinat 08° 17' 31,7" LS dan 111° 42 '54,23" BT. Struktur tanah bagian bawah pelabuhan ini sebagian besar terdiri dari jenis alluvial dan mediteran, kemudian di bagian lapisan atas diberikan tanah urukan yang strukturnya terdiri dari sirtu.

Lokasi prasarana dan sarana Pelabuhan Lekok mempunyai akses jalan utama dan jalan masuk pintu gerbang (gate away) menuju kawasan Pelabuhan. Jalan masuk utama berupa aspal sepanjang 8 Km dari jalan raya Mangkregan menuju ke arah Utara, kemudian untuk menuju pintu gerbang Pelabuhan sampai kawasan lingkungan Pelabuhan berupa jalan yang telah dipasang batu paving. Disamping sarana pendukung yang berupa jalan, untuk mengakses lokasi prasarana Pelabuhan tersedia juga sarana telekomunikasi yaitu berupa telepon dan SSB. Untuk kegiatan operasional, Pelabuhan Lekok juga dilengkapi dengan penerangan sumber listrik yang berasal dari PLN dengan kemampuan daya sebesar 1.400 Watt.

4.4 Jumlah Armada Kapal Ikan Pasuruan

Seperti yang telah dijabarkan sebelumnya, Pasuruan memiliki potensi perikanan yang cukup baik tetapi belum mampu dioptimalkan karena jumlah kapal yang memiliki kapasitas yang cukup terus menurun dari tahun ke tahun seperti yang bisa dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel Jumlah Armada Kapal Ikan Pasuruan

Jumlah Kapal Ikan (6-10 GT)	
Tahun	Jumlah
2010	12
2011	10
2012	10
2013	10
2014	9
2015	9

Sumber: Laporan Tahunan Pelabuhan Perikanan Lekok

Dari tabel di atas bisa diketahui bahwa kapal penangkap ikan di Pelabuhan Lekok mengalami kekurangan dari tahun ke tahun. Meskipun terdapat beberapa kapal kecil yang memiliki ukuran di bawah ukuran kapal pada tabel di atas, tetap saja dirasa kurang mencukupi untuk mengeksplorasi potensi perikanan di Pasuruan.

4.5 Potensi Perikanan Pasuruan

Berdasarkan data yang didapat dari Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur, hasil tangkapan ikan di Pasuruan raya (Kabupaten dan Kota Pasuruan) mencapai 9443 ton pada tahun 2013 dan 9416,3 ton pada tahun 2014 seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.2, dari angka tersebut bisa didapatkan tangkapan per hari di Pasuruan dengan asumsi tidak adanya pelayaran pada musim kemarau adalah 51,74 ton pada tahun 2013 dan 51,59 ton pada tahun 2014.

Tabel 4.2 Hasil Tangkapan Ikan Pasuruan

Hasil Tangkapan Ikan Pasuruan	
Tahun	Jumlah (ton)
2013	9443
2014	9416.3

Sumber: Laporan Tahunan Pelabuhan Perikanan Lekok

Hasil tangkapan tersebut diperoleh dari beberapa jenis alat tangkap, antara lain *Seine Nets* (Pukat Kantong), *Gill Nets* (Jaring Insang), *Lift Nets* (Jaring Angka), *Hook and Lines* (Pancing), *Traps* (Perangkap), *Seaweed Collection* (Alat pengumpul Rula), *Shell fish gear* (Alat penangkap kerang), *Sea cucumber gear* (Alat penangkap teripang), dan lainnya yang secara detail tampak pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Hasil Tangkapan menurut alat (tahun 2013)

Hasil Tangkapan menurut alat (tahun 2013)	
Jenis	Tangkapan (ton)
Pukat Kantong	
-Payang (term lampara)	3066
-Dogol (Danish seine)	293.2
-Pukat cincin (Purse seine)	565
Jaring Insang (Gill nets)	
-Drift Gillnet	531.7
-Encircling Gillnet	55.3
-shrimp gillnet	1839
-set gillnet	999.1
-trammel net	9.8
Lift nets	
-raft net	60.1
-term kelong	702.8
-pancing	455.4
Shell fish gear	865.6

Sumber: Laporan Tahunan Pelabuhan Perikanan Lekok

Tabel 4.4 Hasil Tangkapan menurut alat (tahun 2014)

Hasil Tangkapan menurut alat (tahun 2014)	
Jenis	Tangkapan (ton)
Pukat Kantong	
-Payang (term lampara)	2431.1
-Dogol (Danish seine)	225.7
-Pukat cincin (Purse seine)	420.3+
Jaring Insang (Gill nets)	
-Drift Gillnet	387.1
-Encircling Gillnet	-
-shrimp gillnet	1386.8
-set gillnet	710.6
-trammel net	35.1
Lift nets	
-raft net	92.8
-term kelong	679
-pancing	308.5
Shell fish gear	2739.4

Sumber: Laporan Tahunan Pelabuhan Perikanan Lekok

Potensi hasil laut daerah Pasuruan terdiri dari beberapa ikan, binatang berkulit keras (crustacean), binatang lunak (molusca), dan binatang laut lainnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan penulis)

BAB 5

ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas proses pengaturan jumlah muatan dan bagaimana cara menentukan ukuran utama kapal ikan. Selain itu pada bab ini akan dibahas juga perhitungan *freeboard*, perhitungan hambatan, perhitungan berat dan titik berat kapal, perhitungan stabilitas, serta perhitungan trim. Dalam perhitungan ini terdapat kriteria-kriteria yang harus dipenuhi, seperti kriteria IMO (*International Maritime Organization*) dan kriteria trim, baik untuk kapal. Pembuatan rencana garis serta rencana umum dari ukuran optimum hasil optimasi barge tersebut.

5.2 Penentuan Muatan

Dalam mendesain kapal diperlukannya batasan desain, yang dijadikan sebagai acuan dalam proses desain. Permintaan pemilik kapal atau yang disebut *Owner Requirement* merupakan salah satu batasan desain yang harus dipenuhi oleh designer dalam proses mendesain kapal.

Dalam Tugas Akhir ini, *Owner Requirement* didasarkan dari rata-rata tangkapan ikan armada kapal yang ada di daerah Perairan Pasuruan. Hasil tangkapan ikan tersebut kemudian dibagi jumlah kapal yang akhirnya bisa didapatkan tangkapan untuk satu kapal dalam sehari. Kapal yang dirancang dalam tugas akhir ini nantinya akan mampu memenuhi tangkapan dari 3 kapal ikan sekaligus karena salah satu tujuannya memang untuk menggantikan kapal yang tidak beroperasi dan menyebabkan penurunan jumlah armada kapal di Pasuruan (Tabel 5.1) dan mengacu pada data kapal pembanding yang bisa dilihat di Tabel 5.2..

Tabel 5.1 Penurunan Jumlah Kapal Ikan di Pasuruan

Jumlah Kapal Ikan (6-10 GT)	
Tahun	Jumlah
2010	12
2011	10
2012	10
2013	10
2014	9
2015	9

Tabel 5.2 Data Kapal Pembanding

No.	Nama Kapal	Bendera	GT	LPP (m)	B (m)	H (m)	T (m)	Tahun Pembuatan	Classification
1	BALI RAYA 1	Indonesia	36	17.5	3.85	1.47	1.12	1987	BKI
2	SARI SEGARA 5	Indonesia	34	15.7	3.7	1.47	1.15	1988	BKI
3	SARI SEGARA 4	Indonesia	34	15.7	3.85	1.47	1.1	1988	BKI
4	MAYA 101	Indonesia	32	15.54	3.6	1.44	1.2	1978	BKI
5	TRI MANUNGGAL 5	Indonesia	38	16.25	3.6	1.74	1.2	1979	BKI
6	PARKEN 01	Indonesia	21	14.7	3.4	1.3	1	1980	BKI
7	MAYA 102	Indonesia	32	15.5	3.6	1.44	1.2	1978	BKI
8	PARKEN 02	Indonesia	21	14.9	3.4	1.3	1	1981	BKI

Maka dapat disimpulkan bahwa *Owner Requirement* sebagai berikut:

Jenis kapal : *Fishing Vessel*

Kapasitas Muatan CPO : 16.5 Ton

Rute pelayaran : 6 mil laut perairan Pasuruan

5.3 Penentuan Ukuran Utama Kapal Ikan

Perencanaan ukuran utama dilakukan berdasar data beberapa kapal ikan yang telah dibangun dan beroperasi di perairan dangkal. Data tersebut digunakan sebagai batasan (*constraints*) untuk menentukan nilai minimum dan maksimum. Pemilihan data kapal pembanding ditentukan berdasarkan kedalaman perairan, ukuran *minimum deck*, dan panjang. Data-data tersebut diambil dari buku *register* milik Biro Klasifikasi Indonesia.

Dari data kapal pembanding di atas selanjutnya digunakan sebagai batasan untuk menentukan nilai minimum dan maksimum dalam menentukan nilai variabel yang dicari dan sebagai batasan untuk rasio ukuran utama.

5.3.1 Penentuan Variabel

Dalam proses iterasi, yang berfungsi sebagai variabel adalah panjang, lebar, tinggi, dan sarat. Sebagai nilai awal (*initial value*), diambil salah satu ukuran utama barge yang digunakan sebagai kapal pembanding

5.3.2 Penentuan Parameter

Parameter adalah harga yang nilainya tidak berubah selama proses iterasi karena adanya syarat – syarat yang harus dipenuhi. Pada proses optimisasi ini ini, yang berfungsi sebagai parameter adalah :

1. Permintaan *owner* berupa kapasitas angkut sebesar 16,5 ton

5.3.3 Penentuan Batasan

Batasan (*Constraints*) adalah harga batas yang ditentukan sebelumnya agar nilai variabel tidak menyimpang dari apa yang diharapkan. Batasan – batasan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah :

- *Froude Number*
Batasan F_n untuk barge antara 0.15 hingga 0.4
- Lambung timbul minimum
Lambung Timbul mengacu persyaratan *NCVS*.
- Batasan trim
Batasan trim maksimal adalah -0,1 s/d 0,1 % LPP.
- Koreksi *Displacement*
Berat total *barge* ($DWT+LWT$) yang akan dirancang harus masih berada dalam rentang displacemen hasil perhitungan ($LxBxTxCb$) sebesar 1% s/d 5%.
- Batasan stabilitas
Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan dari sebuah kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan itu dipengaruhi lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen-komponen stabilitas terdiri dari GZ , KG dan GM , ketiga komponen tersebut sangat berperan penting dalam stabilitas. Dalam perhitungan stabilitas yang paling penting adalah mencari lengan dinamis (GZ).
Persyaratan stabilitas mengacu pada *IMO Regulation* untuk menghitung *intact stability*, (*IMO Regulation A.749.18, 2002*) yaitu:
 - Tinggi Metacentre (MG) pada sudut oleng 0° tidak boleh kurang dari 0.15 m
 - Lengan statis (GZ) pada sudut oleng $> 30^\circ$ tidak boleh kurang dari 0.20 m

- Lengan stabilitas statis (GZ) maksimum harus terjadi pada sudut oleng lebih dari 15°
- Luasan kurva dibawah lengkung lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari 0.06 m radian sampai dengan 30° sudut oleng
- Luasan kurva dibawah lengkung lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari 0.09 m radian sampai dengan 40° sudut oleng.
- Batasan rasio ukuran utama
- Rasio ukuran utama kapal yaitu meliputi L/B, B/T, L/T. Dari kapal pembanding yang ada, didapatkan rasio sebagai berikut:

$$L/B_{\min} = 4.08, L/B_{\max} = 4.55$$

$$B/T_{\min} = 3, B/T_{\max} = 3.5$$

$$B/H_{\min} = 2.07, L/T_{\max} = 2.62$$

5.3.4 Penentuan Fungsi Obyektif

Fungsi objektif di sini adalah biaya operasional sehari-hari kapal yang meliputi biaya variabel dan biaya tetap.

5.4 Penerapan Model Optimasi Kapal Menggunakan *Software Excel*

Dalam mencari nilai optimum dari sekelompok data dengan dibatasi beberapa *constraint*, program *Excel* memiliki salah satu fitur yang dapat menyelesaikannya. Fitur tersebut adalah *solver*. Dengan *solver*, dapat dicari nilai optimum maksimum maupun nilai optimum minimum. Makadaripada itu, proses optimasi ini menggunakan fitur *solver* untuk menyelesaikannya.

5.4.1 Pembuatan Batasan

Sebelum model iterasi *solver* dibuat, terlebih dahulu dilakukan perhitungan-perhitungan yang digunakan sebagai dasar penentuan batasan dalam proses iterasi. Perhitungan tersebut adalah :

1. *Froude Number*

Perhitungan *Froude Number* dilakukan berdasarkan ketentuan pada *Parametric Design* dimana nilai besarnya untuk *barge* antara 0.15 hingga 0.4.

2. Perhitungan *freeboard*

Kapal ikan merupakan kapal dengan panjang kurang dari 24 m. Sehingga perhitungan lambung timbul kapal ikan menggunakan aturan Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged. Berikut ini adalah input awal yang diperlukan untuk menghitung *freeboard*.

3. Perhitungan berat baja

Untuk perhitungan berat baja *barge* dilakukan dengan menggunakan rule BKI. Hal ini dikarenakan untuk rumus pendekatan, tidak diketahuinya salah satu koefisien untuk *barge* sehingga setiap profil dan pelat yang diperlukan dalam proses perancangan dihitung sesuai rumus yang ada dan kemudian ditotal jumlahnya.

4. Perhitungan peralatan dan perlengkapan kapal

Dari ukuran utama kapal dapat diketahui nilai dari EN (*Equipment Number*) kapal tersebut. Dari nilai yang didapat, dicocokkan dengan tabel yang tersedia untuk menentukan jumlah jangkar, panjang rantai, ukuran hawser, towline, dan peralatan perlengkapan lainnya.

5. Perhitungan koreksi displacement

Berat baja yang telah dihitung dijumlahkan dengan berat peralatan dan perlengkapan sehingga didapatkan LWT. LWT kemudian dijumlahkan dengan berat total muatan (DWT) dan didapatkanlah berat *displacement*. Berat LWT + DWT dibandingkan dengan displacement yang didapat dari perkalian $L \times B \times T \times C_b \times \rho$. Selisih antara keduanya harus dalam range 1% sampai 5%. Dalam hal ini $L \times B \times T \times C_b \times \rho$ harus lebih besar daripada LWT+DWT yang didapat dari perhitungan, sehingga tetap ada berat cadangan didalamnya.

6. Perhitungan trim

Perhitungan trim berdasarkan rumus yang terdapat dalam “*Parametric Design Chapter 11*” [Parson,2001].

7. Perhitungan harga material

Harga material dapat diestimasi dari perhitungan berat baja dan E&O. Dari total berat baja dikalikan harga baja per ton, maka didapat harga material baja dari *barge* tersebut. Sementara untuk E&O dilakukan penjumlahan total berat masing – masing item, yang kemudian dikalikan dengan estimasi harga per ton.

5.4.2 Running Model Iterasi.

Setelah semua batasan selesai dibuat, selanjutnya adalah membuat model *solver* untuk memperoleh ukuran utama yang optimum. Langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

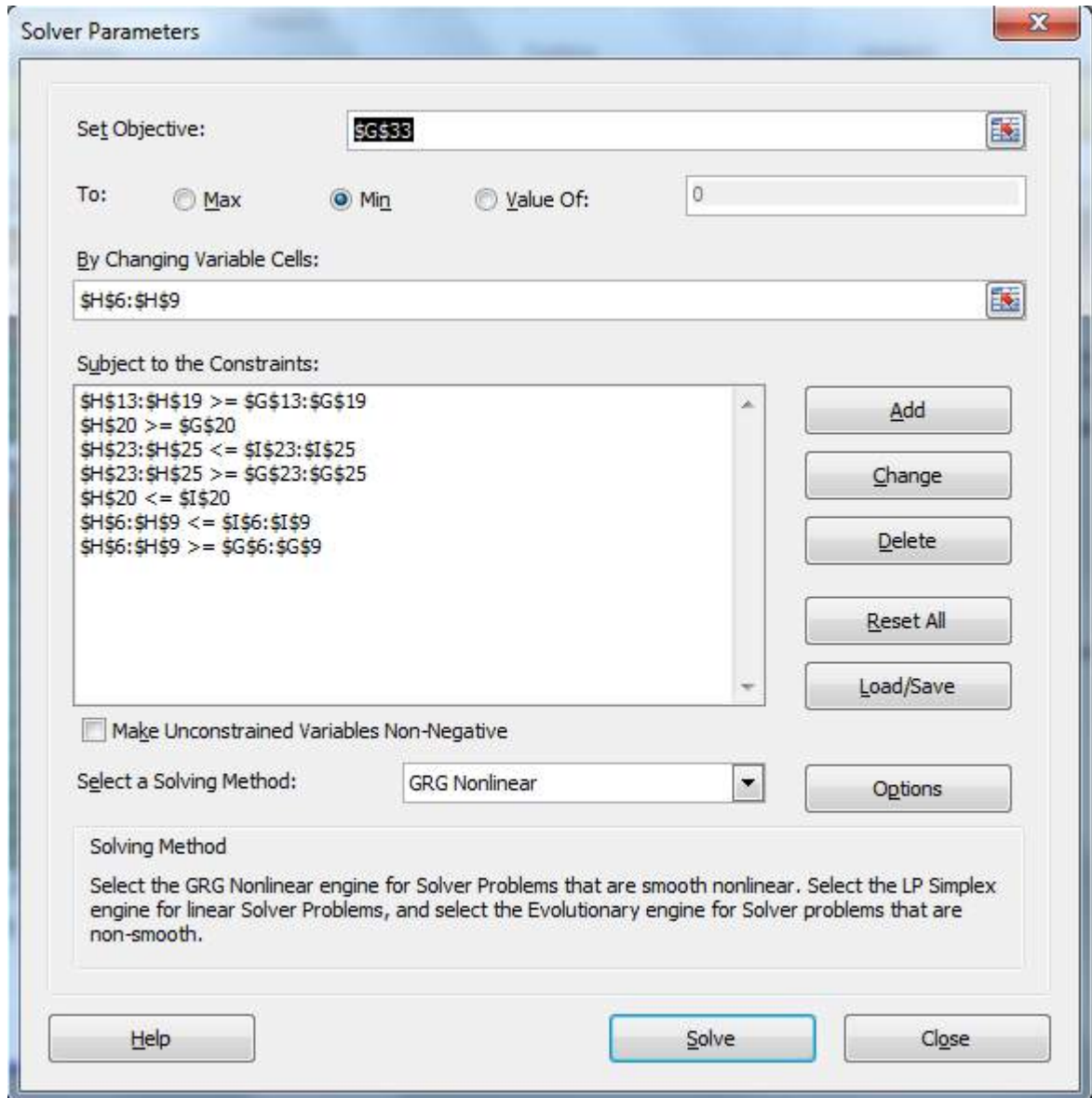
1. Membuat model *solver* dimana di dalamnya terdapat *value* yang akan dicari, batasan yang telah ditentukan sebelumnya, dan fungsi objektif sebagai acuan untuk proses iterasi. Model yang dibuat pada penelitian ini tampak seperti Gambar 5.1.

PROSES OPTIMASI PERENCANAAN KAPAL IKAN							
CHANGING VARIABLE							
	Item	Unit	Symbol	Min	Value	Max	Remark
Ukuran Utama	Panjang	m	L	14.70	14.70	17.50	ACCEPTED
	Lebar	m	B	3.40	3.40	3.85	ACCEPTED
	Tinggi	m	H	1.30	1.30	1.74	ACCEPTED
	Sarat	m	T	1.00	1.13	1.20	ACCEPTED
CONSTRAINT							
Syarat Teknis	Item	Unit	Symbol	Min	Value	Max	Remark
Froude Number	$Fr = V/(g \cdot L_{pp})^{0.5}$			0.15	0.39	0.40	ACCEPTED
Stabilitas	MG pada sudut oleng 0°	m	MG ₀	0.35	1.52		ACCEPTED
	Lengan statis pada sudut oleng > 3°	m	LS ₃₀	0.2	3.28		ACCEPTED
	Sudut kemiringan pada Ls maksim	deg	LS _{maks}	25	45.60		ACCEPTED
	Lengan dinamis pada 30°	m.rad	Ld ₃₀	0.055	0.143		ACCEPTED
	Lengan dinamis pada 40°	m.rad	Ld ₄₀	0.09	0.200		ACCEPTED
	Luas Kurva GZ antara 30° - 40°	m.rad		0.03	0.06		ACCEPTED
Displacement	Koreksi Displacement	%		1%	0.05	5%	ACCEPTED
Freeboard	F _s	m	F	0.17	0.17		ACCEPTED
Trim	Selisih Trim	%			1.12	1.47	ACCEPTED
Rasio			L/B	4.08	4.32	4.55	ACCEPTED
			B/T	3.00	3.00	3.50	ACCEPTED
			B/H	2.07	2.62	2.62	ACCEPTED
Payload				16.5	16.5		
					0.735	0.1936	0.188889
OBJECTIVE FUNCTION							
	Item	Unit	Symbol	Value			
	Biaya Operasional	\$		2,407,141	← Target Cell		

Gambar 5.1 Model Pada Excell

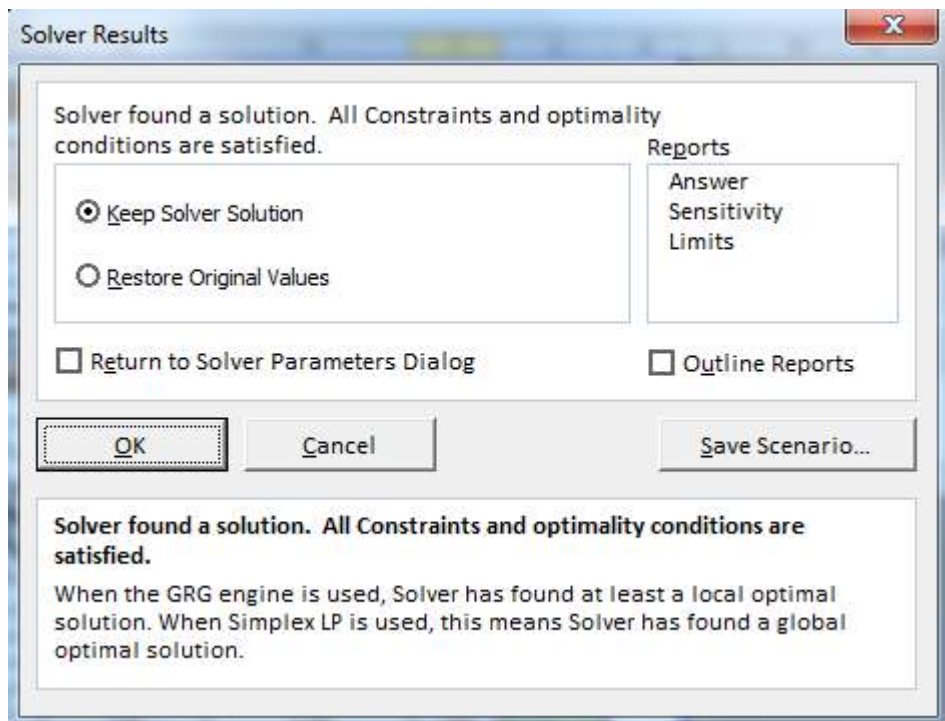
2. Setelah model selesai dibuat selanjutnya adalah melakukan *running model*. Fasilitas *solver* dapat diakses melalui *toolbar data - solver*. Selanjutnya akan muncul tampilan *Solver Parameters*. Pada menu *set target cell*, set pada *cell Total Cost*. Dimana pencarian dipilih minimum karena akan dicari *total operasional cost* yang paling rendah. Untuk *menu by changing cell* dipilih variabel yang akan dicari yaitu L, B, T, H. Kemudian pada *menu subject to the constraints* dimasukkan semua nilai minimum

dan maksimum yang berfungsi sebagai batasan dari proses iterasi. Tampilan *solver* ketika dilakukan proses *running* akan tampak seperti Gambar 5.2 :



Gambar 5.2 Tampilan Solver Pada Excell

3. Setelah semua telah terisi, langkah selanjutnya adalah melakukan proses *running solver* dengan . Apabila iterasi yang dilakukan memenuhi semua batasan yang diberikan maka akan muncul pemberitahuan bahwa solver telah menemukan solusi untuk model yang dibuat (Gambar 5.3).



Gambar 5.3 Tampilan Solver Berhasil Running

Variabel yang didapatkan dari proses running solver yang telah dilakukan adalah:

Lpp = 14.7 meter

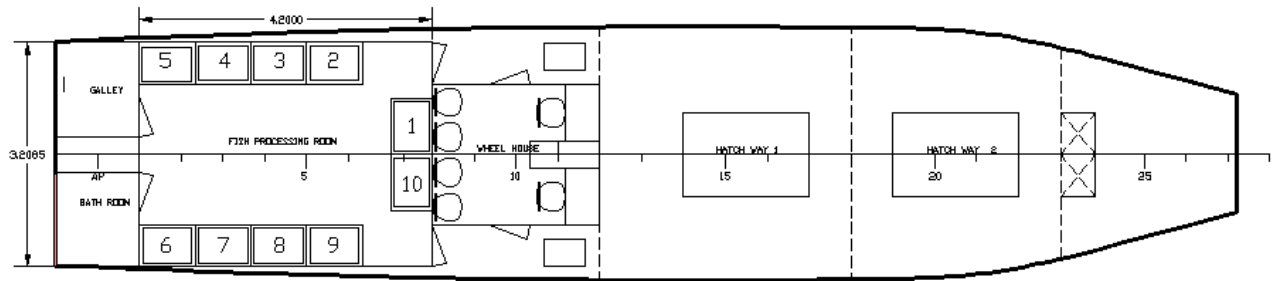
B = 3.4 meter

H = 1.3 meter

T = 1.13 meter

5.5 Layout Awal Kapal.

Pembuatan *layout* awal kapal didasarkan pada ukuran utama awal yang telah didapatkan. Pembuatan *layout* awal ini bertujuan untuk mengetahui apakah ukuran utama kapal mampu untuk menampung jumlah ikan maksimum yang telah direncanakan. Di samping itu juga untuk melihat alur proses pengolahan ikan. Bentuk *layout* awal kapal ikan dapat dilihat pada Gambar 5.4. Gambaran awal kapal ini ditujukan untuk mengetahui bagaimana kira-kira perencanaan kapal nantinya, mengingat pada kapal ini memiliki ruang yang berbeda dari kapal ikan lainnya yaitu ruang pengolahan ikan, sehingga bisa direncanakan penempatan serta ukuran dari ruangan tersebut .



Gambar 5.4 Layout Awal Kapal

Keterangan :

- 1 Penimbangan
- 2 Pembuangan sirip, insang, isi perut
- 3 Proses *fillet*
- 4 Pemisahan Tulang
- 5 Daging hitam di buang
- 6 Pencucian
- 7 Penyuntikan CO
- 8 Perapian ulang
- 9 Pengemasan
- 10 Dimasukkan ke *Styrofoam*

5.6 Perhitungan Awal

Setelah didapatkan ukuran utama kapal yang optimal serta desain *lines plan*, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan perhitungan awal. Perhitungan awal meliputi perhitungan *froud number*, perhitungan *coefficient* (C_b , C_m , C_p , dan C_{wp}) serta *displacement* dan *volume displacement*.

5.6.1 Perhitungan *Froude Number*

Froud Number dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}}$$

Dimana :

- Fn = *Froude Number* (0 - 1,0)
 Vs = kecepatan kapal (knot)
 g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²)
 L = Panjang kapal pada garis air (m)

Dari $\frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}}$ hasil hitungan didapatkan :

$$Fn = 0.390$$

5.6.2 Perhitungan Koefisien Utama Kapal

Perhitungan koefisien utama kapal bisa dilakukan dengan menggunakan harga dari Froude Number yang didapatkan berdasarkan ukuran utama yang telah diperoleh sebelumnya. Adapun koefisien utama kapal yang dimaksud antara lain : Cb, Cm, Cwp, LCB, Cp, *Volume Displacement* (∇) dan *Displacement* (Δ). Sehingga untuk tiap set ukuran utama terdapat koefisien utama kapal.

Berikut rumus-rumus yang dipakai untuk menghitung koefisien utama kapal menurut (Parson, 2001):

- a. *Block Coefficient* (Cb)

$$Cb = -4.22 + 27.8\sqrt{Fn} - 39.1Fn + 46.6 Fn^3$$

$$= 0.675$$

- b. *Midship Coefficient* (Cm)

$$Cm = 0.977 + 0.085(Cb - 0.6)$$

$$= 0.833$$

- c. *Waterplane Coefficient* (Cwp)

$$Cwp = 0.180 + 0.860 Cp$$

$$= 0.877$$

- d. *Prismatic Coefficient* (Cp)

$$Cp = \frac{Cb}{Cm}$$

$$= 0.81089$$

- e. *Volume Displacement* (∇)

$$\begin{aligned}\nabla &= L.B.T.Cb \\ &= 37.792 \text{ m}^3\end{aligned}$$

f. *Displacement* (Δ)

$$\begin{aligned}\Delta &= \nabla * 1.025 \\ &= 40.787 \text{ ton}\end{aligned}$$

5.7 Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan total dilakukan dengan metode (Fyson, 1985) terdiri dari :

a. Hambatan Gesek (persamaan 2.2)

$$W_R = K_r \times \frac{\rho_w}{2} \times v^2 \times WSA$$

$$W_r = 196.298 \text{ Newton}$$

b. Hambatan Angin (persamaan 2.4)

$$W_w = K_w \times \frac{P_w}{2} \times V_{rel} \times A \phi$$

$$W_w = 96.003 \text{ Newton}$$

c. Hambatan Bentuk (persamaan 2.7)

$$W_f = K_f \times \frac{\rho_w}{2} \times v^2 \times WSA$$

$$W_f = 938.369 \text{ Newton}$$

Sehingga hambatan total kapal penangkap ikan adalah :

$$\begin{aligned}R_t &= W_r + W_w + W_{at} + W_f \\ &= 1230.862 \text{ Newton} \\ &= 1.230862 \text{ KN}\end{aligned}$$

5.8 Perhitungan Power dan Pemilihan Mesin Induk

5.8.1 Perhitungan Power

Setelah nilai hambatan total (R_T) diketahui langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan power yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal. Nilai dan formula untuk menghitung powering dapat dilihat dibawah ini.

Perhitungan gaya dorong (*trust*) meesin induk menurut (Fyson, 1985) :

$$EHP_{tr} = R_t \times v$$

Dimana :

$$EHP_{tr} = 5.94 \text{ HP}$$

Perhitungan EHPs (*Effective Horse Power*) menurut (Fyson, 1985) :

$$EHP_s = r_1 \times EHP_{tr}$$

Dimana :

$$r_1 = 1 + 40\%$$

Sehingga :

$$EHP_s = 8.32 \text{ HP}$$

Perhitungan EHPs (*Delivery Horse Power*) menurut (Fyson, 1985) :

$$DHP = \frac{EHP_s}{P_c + g}$$

Dimana :

P_c = koefisien propulsi menurut Holtrop

$$\frac{(1-w)}{(1-w)} \times \eta R_x \eta_0$$

$$= 0.2822$$

g = koreksi over load pada kondisi service yaitu pengurangan 1/3% tiap 10% over load (p).

$$= -0.133$$

$$P = \frac{EHP_s - EHP_{tr}}{EHP_{tr}}$$

$$= 40 \%$$

Sehingga :

$$DHP = 30.93433 \text{ HP}$$

Perhitungan BHP (*Delivery Horse Power*) menurut (Fyson, 1985) :

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= \text{DHP} \times (1 + 0.003) \\ &= 31.86 \quad \text{HP} \end{aligned}$$

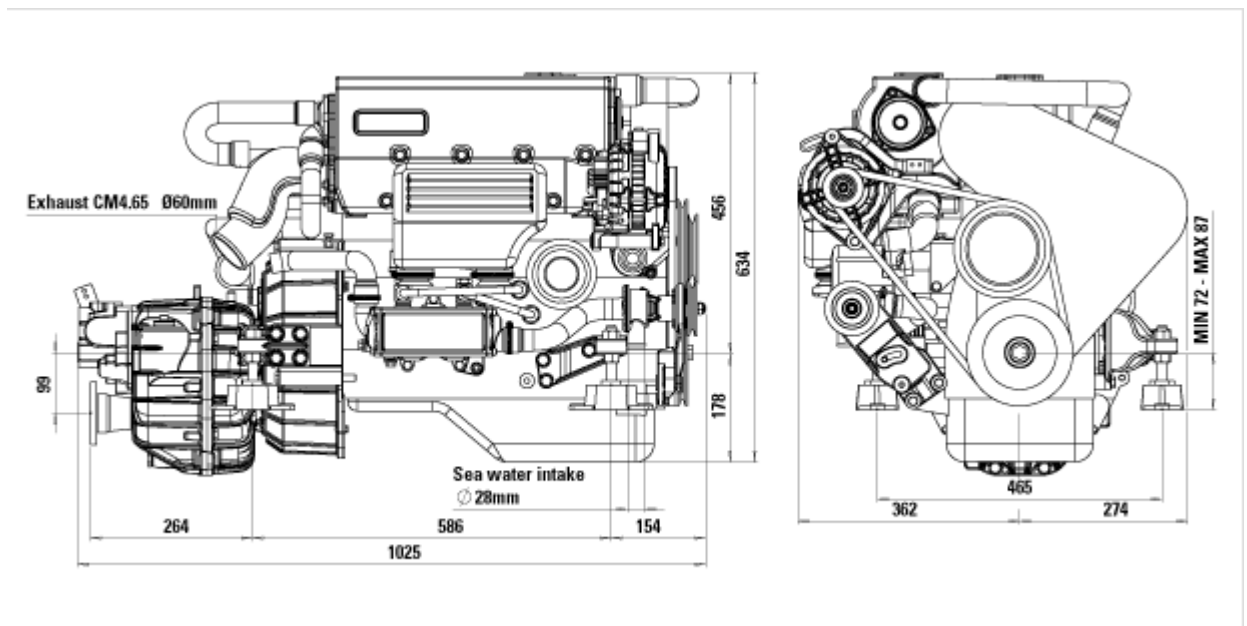
5.8.2 Pemilihan Mesin Induk

Setelah didapatkan nilai BHP, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan mesin induk sebagai penggerak utama kapal. Mesin induk yang dipakai memiliki ukuran mesin yang relative kecil sehingga tidak memakan tempat terlalu banyak.

Pemilihan mesin induk dilakukan dengan mempertimbangkan berat mesin, daya, ukuran dimensi, dan harga mesin tersebut seperti terlihat dalam Tabel di bawah ini. Dari katalog yang sudah ada didapatkan mesin kapal beserta spesifikasinya (Tabel 5.3). Mesin kapal tersebut seperti terlihat dalam Gambar 5.5.

Tabel 5.3 Daftar Mesin

Merk	type	Output	Maks RPM	fuel consupction	weight	length
Mitsublshi	CM2.16	11.8	3600	270	90	0.3605
Mitsubishi	CM3.27	20	3600	270	113	0.4435
Mitsubishi	CM 4.42	30.9	3000	255	175	0.586
Hyundai	CM4.65	48	3000	275	235	1.025
Hyundai	CM4.80	59	4000	275	235	1.025



Gambar 5.5 Hyundai CM4.65

5.9 Perhitungan Tebal Pelat Kapal

Perhitungan tebal pelat kapal dilakukan dengan mengacu pada besarnya beban pada lambung kapal. Makin besar beban pada lambung kapal makin tebal pula pelat yang harus digunakan. Perhitungan tebal pelat kapal selengkapnya dapat dilihat pada bagian lampiran.

Perhitungan pelat diawali dengan perhitungan tebal pelat minimal dan tebal pelat maksimal, dengan formula sebagai berikut:

$$t_{\min} = (1,5 - 0,01 \cdot L) \cdot (L \cdot k)^{0,5}$$

Persamaan diatas adalah persamaan untuk kapal dengan $L < 50$ m.

Dimana : k = material factor
= 1

$$\begin{aligned} \text{Maka, } t_{\min} &= (1,5 - 0,01 \times 14,7) \times (14,7 \times 1)^{0,5} \\ &= 5,424 \text{ mm} = 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Dan, } t_{\max} = 16 \text{ mm}$$

5.9.1 Perhitungan Tebal Pelat Lambung

Pelat lambung kapal dihitung berdasarkan beban yang terjadi pada lambung kapal. Beban tersebut antara lain beban sisi, dan beban alas. Ketiga beban tersebut jika dibandingkan besar nilainya dan diambil yang terbesar untuk memudahkan perhitungan dan menyeragamkan tebal pelat lambung. Hal ini dikarenakan formula untuk menghitung tebal pelat sisi dan pelat alas hampir sama dan yang membedakan hanya input beban saja.

$$P_s = 16.997 \text{ kN/m}^2$$

$$P_b = 18.746 \text{ kN/m}^2$$

Maka yang diambil untuk perhitungan tebal pelat lambung adalah pada beban alas kapal (P_b).

Formula untuk menghitung tebal pelat sisi:

$$t_{s1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_s \cdot k)^{0.5} + t_K \text{ (mm)}$$

Formula untuk menghitung tebal pelat alas:

$$t_{s1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_b \cdot k)^{0.5} - t_K \text{ (mm)}$$

Dimana :

n_f : 1,0 untuk konstruksi melintang

a = 0,6

K = 1

- Tebal pelat alas

Untuk daerah A : $t_{B1} = 7 \text{ mm}$

Untuk daerah M : $t_{B1} = 6 \text{ mm}$

Untuk daerah F : $t_{B1} = 7 \text{ mm}$

Sehingga tebal pelat alas dapat dibulatkan menjadi 7 mm.

- Tebal pelat sisi

Untuk daerah A : $t_{s1} = 7 \text{ mm}$

Untuk daerah M : $t_{s1} = 6 \text{ mm}$

Untuk daerah F : $t_{s1} = 7 \text{ mm}$

Sehingga tebal pelat alas dapat dibulatkan menjadi 7 mm.

Maka dari perhitungan tebal pelat lambung yang sudah dilakukan, diambil tebal pelat lambung yang dipakai adalah pelat baja dengan tebal 7 mm.

5.9.2 Perhitungan Tebal Pelat Geladak

Perhitungan tebal pelat geladak dapat dilakukan dengan formula sebagai berikut:

$$t_{S1} = 1.21 \cdot a \cdot (P_D \cdot k)^{0.5} - t_K$$

Dengan tebal pelat geladak minimal dihitung dengan formula:

$$t_{\min} = (4.5 - 0.05 \cdot L) \cdot k^{0.5}$$

Dari persamaan dapat diketahui tebal pelat geladak yang minimal, yaitu:

$$t_{\min} = (4.5 - 0.05 \cdot 16,51) \cdot 1^{0.5}$$

Serta dari persamaan didapatkan tebal pelat geladak tiap bagian kapal (A, M, dan F), yaitu:

Untuk daerah A : $t_{E1} = 6 \text{ mm}$

Untuk daerah M: $t_{E1} = 6 \text{ mm}$

Untuk daerah F : $t_{E1} = 6 \text{ mm}$

Sehingga tebal pelat alas dapat dibulatkan menjadi 6 mm. namun karena persyaratan tebal pelat geladak minimal adalah 6 mm, maka yang dipakai untuk pelat geladak adalah minimal 6 mm, maka yang dipakai untuk pelat geladak adalah pelat baja dengan tebal 6 mm berikut hasil rekapitulasi hasil perhitungan tebal plat dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Tebal Pelat

	A	M	F	Diambil	Unit
Pelat alas	7	6	7	7	mm
Pelat sisi	7	6	7	7	mm
Pelat geladak	6	6	6	6	mm

5.10 Perhitungan Berat Kapal

Berat kapal terdiri dari tiga komponen, yaitu komponen DWT (*dead Weight tonnage*) dan komponen LWT (*Light Weight tonnage*).

5.10.1 Perhitungan Berat DWT

Komponen berat kapal DWT dalam Tugas Akhir ini hanya terdiri dari berat penumpang dan barang bawaannya, serta berat crew kapal dan bawaannya. Hal ini dikarenakan kapal yang dirancang dalam Tugas Akhir ini tidak memiliki tangki bahan bakar, tangki air tawar, minyak pelumas, dan komponen lain yang termasuk dalam komponen DWT pada kapal konvensional.

Komponen berat DWT dihitung secara langsung. Dibawah ini akan dijelaskan mengenai perhitungan berat DWT secara lebih detail pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6.

Tabel 5.5 Komponen DWT Kapal

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Muatan		
	Ruang Muat	30.52231949	m ³
	Masa jenis	550	kg/m ³
	Ruang Muat	16500	kg
	Berat total	16500	kg
		16.500	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan		
	Jumlah crew kapal	6	persons
	Berat crew kapal	75	kg/persons
	Berat barang bawaan	25	kg/persons
	Berat total crew kapal	450	kg
	Berat total barang bawaan crew kapal	150	kg
	Berat total	600	kg
		0.600	ton
3	Berat bahan bakar	221.848	kg
4	Berat Air Tawar		
	Berat Air Tawar ABK	120	kg
	Berat Air cooling	326.304	kg
	Berat total	446.304	kg
		446.304	kg
5	Berat Sewage	669.456	kg
6	Berat Provision	20.000	kg
7	Berat Minyak Pelumas	6.655	kg
8	Berat Sisa Pengolahan	6600.000	kg
9	Berat Es	0.027	ton

Tabel 5.6 Rekapitulasi Berat DWT

Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Muatan	16.500	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	0.600	ton
3	Berat bahan bakar	0.222	ton
4	Berat Air tawar	0.446	ton
5	Berat Sewage	0.669	ton
6	Berat Provision	0.200	ton
7	Berat Minyak Pelumas	0.007	ton
8	Berat Sisa Pengolahan	6.600	ton
9	Berat Es	0.027	ton
Total		25.272	ton

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa berat kapal DWT kapal ikan ini adalah 25.272 ton.

5.10.2 Perhitungan Berat LWT Kapal

LWT adalah berat kapal kosong dan terdiri dari berat baja kapal, berat konstruksi lambung kapal, berat permesinan, dan peralatan yang digunakan. Berat LWT selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8.

Tabel 5.7 Berat DWT Kapal

Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal		
	Luas lambung	78645000	mm ²
		78.645	m ²
	Total luasan lambung kapal	78.645	m ²
	Tebal pelat lambung	7	mm
		0.007	m
	Volume shell plate = luas x tebal	0.551	m ³
	<i>r</i> baja Berat Total	7.85	gr/cm ³
		4321.543	kg
		4.322	ton

2	Berat Geladak (deck) Kapal		
	Total luasan geladak kapal	49980000.000	mm ²
	Total luasan geladak kapal	49.980	m ²
	Tebal pelat geladak	6	mm
		0.006	m
	Volume shell plate = luas x tebal	0.300	m ³
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	2354.058	kg
		2.354	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal		
	<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat baja lambung kapal (diambil 25%)</i>		
	Berat baja lambung + geladak kapal	6.676	ton
	20% dari berat baja kapal	1.335	ton
	Berat Konstruksi Total	1.335	ton
5	Equipment & Outfitting		
	Jangkar	100.000	kg
	Pintu	79.560	kg
	Pintu kedap	19.278	kg
	Jendela	46.422	kg
	Side Scuttle	3.239	kg
	Kursi	6	kg
	Tali Tambat	6	kg
	Zinc Anode	12	kg
	Peralatan Navigasi	100	kg
	Berat Total	272.499	kg
		0.272	ton
6	Berat Atap Kapal		
	Luas atap kapal	20160000	mm ²
		20.160	m ²
	Total luasan atap kapal	20.160	m ²
	Tebal pelat atap kapal	6	mm
		0.006	m

	Volume shell plate = luas x tebal	0.121	m ³
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	949.536	kg
		0.950	ton
7	Berat Mesin		
	Berat Total	235.000	kg
		0.235	ton
8	Berat bangunan atas		
	Ruang Dapur		
	Bagian belakang & depan	11.520	m2
	Samping	5.76	m2
	Ruang KM/WC/Cuci		
	Bagian belakang & depan	11.52	m2
	Samping	5.76	m2
	Ruang Pengolahan		
	Bagian belakang & depan	11.52	m2
	Samping	20.160	m2
	Ruang Navigasi		
	Bagian belakang & depan	11.520	m2
	Samping	8.640	m2
	Total Luasan	86.400	m2
	Tebal pelat bangunan atas	6.000	mm
		0.006	m
	Volume shell plate = luas x tebal	0.518	m ³
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	4069.440	kg
		4.069	ton

Tabel 5.8 Rekapitulasi Berat LWT

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal	4.322	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal	2.354	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	1.335	ton
5	Equipment & Outfitting	0.272	
6	Berat Atap Kapal	0.950	ton
7	Berat Mesin	0.235	ton
8	Berat bangunan atas	4.069	ton
Total		13.537	ton

5.11 Perhitungan Titik Berat

5.11.1 Perhitungan Titik Berat DWT

Crew

Untuk menghitung titik berat *crew*, digunakan rumus sebagai berikut (Tabel 5.9):

Tabel 5.9 Rumus Titik Berat Crew

R. Akomodasi	KG terhadap base line	LCG terhadap FP
Poop	$H + \frac{1}{2} \cdot hp$	$\frac{1}{2} \cdot Lp + Lrm + Lch + L_{cofferdam}$

Keterangan :

Lrm = panjang ruang muat

Lch = panjang tangki ceruk haluan

hp = tinggi poop

h_x = tinggi deckhouse per layer

Ld_x = panjang deck per layer

Air Tawar

Untuk perhitungan titik berat tangki air tawar diberikan rumus empiris fungsi dari kebutuhan air dalam satu trip yang ditunjukkan oleh Tabel 5.10 sebagai berikut :

Tabel 5.10 Rumus Titik Berat Air Tawar

Item	Keterangan
Tinggi (t_{FW})	$H - T$
Lebar (l_{FW})	$65\% B$
Panjang (p_{FW})	$\frac{V_{FW}}{t_{FW} \cdot l_{FW}}$
KG	$T + \frac{1}{2} \cdot t_{FW}$
LCG	$L_{pp} + \frac{1}{2} \cdot p_{FW}$

Fuel Oil

Untuk perhitungan titik berat tangki *fuel oil* diberikan rumus sebagai berikut (Tabel 5.11) :

Tabel 5.11 Rumus Titik Berat Fuel Oil

Item	Keterangan
Lebar (l_{FO})	$65\% B$
Panjang (p_{FO})	$\frac{V_{FO}}{t_{FO} \cdot l_{FO}}$
KG	$\frac{3}{4} \cdot H$
LCG	$L_{ch} + L_{rm} + L_{cofferdam} + \frac{1}{2} \cdot p_{FO}$

Lubrication Oil

Perhitungan titik berat tangki *lubrication oil* diberikan rumus pada Tabel 5.12. :

Tabel 5.12 Rumus Titik Berat Lubrication Oil

Item	Keterangan
Tinggi (t_{LO})	$65\% B$
Lebar (l_{LO})	$\frac{V_{LO}}{t_{LO} \cdot l_{LO}}$
Panjang (p_{LO})	$\frac{V_{LO}}{t_{LO} \cdot l_{LO}}$
KG	$\frac{1}{2} \cdot h_{db}$
LCG	$L_{ch} + L_{rm} + L_{cofferdam} + L_{DO} + \frac{1}{2} \cdot p_{LO}$

5.11.2 Perhitungan Titik Berat LWT

Perhitungan Titik Berat Permesinan

Adapun rumus titik berat permesinan menurut Parametric Design Chapter, diberikan sebagai berikut :

$$KG_m = h_{db} + 0.35 (D' - h_{db}) [m]$$

h_{db} = tinggi double bottom

D' = tinggi kapal pada kamar mesin

= H

LCG_m = sisi belakang mesin utama

$$= -1/2 L + \text{panjang ceruk buritan} + 5 [m]$$

Untuk detail perhitungan titik berat permesinan terlampir.

Perhitungan Peralatan dan Perlengkapan (equipment dan outfitting)

Rumus titik berat diberikan sebagai berikut :

$$KG_{E\&O} = (1.02 \sim 1.08) \cdot D_A$$

dimana,

D_A = tinggi kapal setelah dikoreksi dengan supersructure dan deckhouse

$$= D + \frac{\nabla_A + \nabla_{DH}}{L.B}$$

Volume Superstructure :

$$\nabla_A = \nabla_P + \nabla_{FC}$$

∇_P = volume poop

∇_{FC} = volume forecastle

$$\nabla_{DH} = \nabla_{II} + \nabla_{III} + \nabla_{IV} + \nabla_{\text{wheelhouse}}$$

∇ tiap layer = $ld \cdot bd \cdot td$

td = tinggi deckhouse tiap layer = 2.4 m

LCG = jarak titik berat masing-masing layer deckhouse secara memanjang terhadap midship

$$= -0.5L + (Lcb + Lkm) - 0.5 \cdot ld [m]$$

ld = panjang deckhouse per layer [m]

Lcb = panjang ceruk buritan [m]

$$L_{km} = \text{panjang kamar mesin} \quad [m]$$

Untuk detail perhitungan titik berat peralatan dan perlengkapan terlampir

5.12 Perhitungan Trim

Trim adalah perbedaan tinggi sarat kapal antara sarat depan dan belakang. Sedangkan *even keel* merupakan kondisi dimana sarat belakang TF dan sarat depan Ta adalah sama. Trim terbagi dua yaitu :

1. Trim haluan
2. Trim buritan

Perhitungan trim dengan rumus yang diambil dari *Parametric Design chapter 11(Parsons)*. Dari perhitungan trim (lebih lengkapnya di lampiran), diketahui bahwa tongkang mengalami trim buritan, dan ini memenuhi persyaratan. Maka ukuran utama yang dihasilkan dari iterasi solver telah memenuhi kriteria trim.

5.13 Perhitungan Freeboard

Kapal ikan merupakan kapal dengan panjang kurang dari 24 m. Sehingga perhitungan lambung timbul kapal ikan menggunakan aturan Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged. Berikut ini adalah input awal yang diperlukan untuk menghitung *freeboard*.

Dari perhitungan yang dilakukan didapatkan:

Lambung Timbul Standar (Fb1)

$$\begin{aligned} Fb1 &= 0,8 L && \text{cm} \\ Fb1 &= 11.76 && \text{cm} \\ &= 0.1176 && \text{m} \end{aligned}$$

Koreksi

1. Koefisien Block

Koreksi CB hanya untuk kapal dengan $CB > 0.68$

$$CB = 0.6755 \quad \text{Tidak ada koreksi}$$

2. Depth (D)

$$\begin{aligned} L/15 &= 0.98 \\ D &= 1.13 \text{ m} \end{aligned}$$

jika, $D < L/15$; tidak ada koreksi

jika, $D > L/15$; lambung timbul standar ditambah dengan 20 (D - L/15) cm

D > L/15 maka,

Koreksi = 20 (D- L/15)

$$= 3.06677777 \text{ cm} = 0.0306 \text{ m}$$

3. Koreksi Bangunan Atas

Kapal tidak memiliki bangunan atas, maka tidak ada koreksi bangunan atas. Sehingga,

koreksi pengurangan lambung timbul bangunan atas = 0 m

4. Koreksi Lengkung

$$B = 0.125 L = 0.018375 \text{ m}$$

$$A = 1/6(2.5(L+30)-100(Sf+Sa)(0.75-S/2L)) = 10.724 \text{ m}$$

karena $A > 0$ dan $IAI > B$ koreksi di tetapkan = -0.018375 m

Total Lambung Timbul

$$Fb' = Fb2 - \text{Pengurangan}$$

$$= 0.1666 \text{ m}$$

$$\text{Actual Freeboard} = H - T$$

$$= 1.3 - 1.13$$

$$= 0.17 \text{ m (Tabel 5.14)}$$

Tabel 5.13 Perbandingan minimum dan actual freeboard

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang disyaratkan	0.16	M
Lambung Timbul Sebenarnya	0.17	M

Karena *actual freeboard* pada Tabel di atas lebih besar sama dengan dari *minimum freeboard*, maka *freeboard* kapal yang direncanakan memenuhi persyaratan NCVS.

5.14 Perhitungan Stabilitas

Detail perhitungan stabilitas dapat dilihat di lampiran. Batasan yang digunakan untuk stabilitas menggunakan standar IMO. Berikut adalah pemeriksaan hasil hitungan yang telah dibandingkan dengan batasanya :

- Tinggi Metacentre (MG) pada sudut oleng 0° : tidak boleh kurang dari 0.15 m, hasil optimisasi MG = 1.52 m (memenuhi).
- Lengan statis (GZ) pada sudut oleng $> 30^\circ$ tidak boleh kurang dari 0.20 m, hasil optimisasi GZ = 3.28 m (memenuhi).
- Lengan stabilitas statis (GZ) maksimum harus terjadi pada sudut oleng sebaiknya lebih dari 15° dan tidak boleh kurang dari 25° , hasil optimisasi GZ maks terjadi pada sudut 45.6° (memenuhi).
- Luasan bidang yang terletak dibawah lengkung lengan statis (GZ) diantara sudut oleng 30° dan 40° tidak boleh kurang dari 0.03 m radian, hasil optimisasinya adalah 0.06 m (memenuhi).
- Lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari 0.055 m radian sampai dengan 30° sudut oleng, hasil optimisasinya adalah 0.143 m (memenuhi).
- Lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari 0.09 m radian sampai dengan 40° sudut oleng, hasil optimisasinya adalah 0.2 m (memenuhi).

Dari hasil pemeriksaan diatas maka telah dibuktikan bahwa ukuran utama yang dihasilkan dari proses iterasi solver telah memenuhi semua kriteria stabilitas.

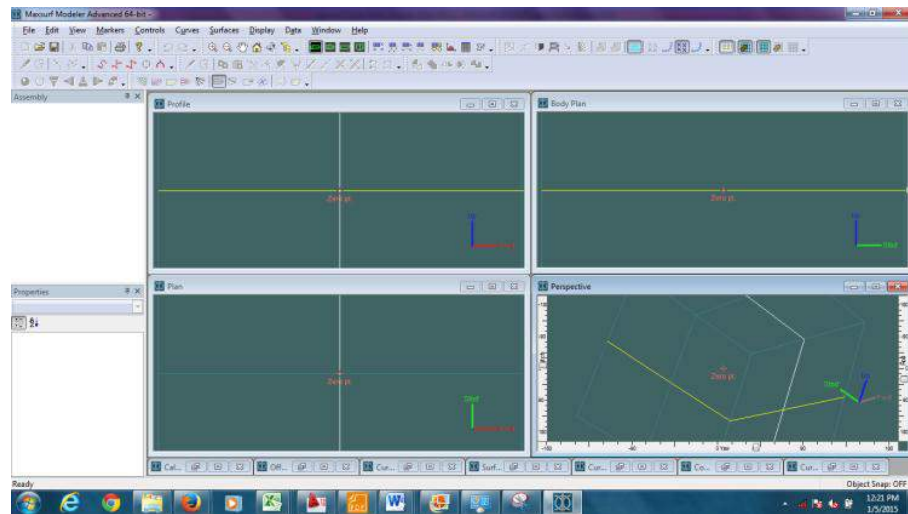
5.15 Pembuatan Rencana Garis

Setelah semua perhitungan selesai, langkah selanjutnya adalah pembuatan Rencana Garis atau *Lines Plan*. *Lines Plan* ini merupakan gambar pandangan atau gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (*body plan*), secara memanjang (*sheer plan*), dan vertikal memanjang (*half breadth plan*). *Lines Plan* berguna untuk mendapatkan desain kapal yang optimum, terutama desain ruang muat.

Ada banyak cara membuat *Lines Plan*. Pada Tugas Akhir ini menggunakan metode literasi *sample design* pada *software Maxsurf education version*. Langkah awal dalam membuat *Lines Plan* adalah mencari data kapal terdahulu (*parent ship*). Kemudian kapal tersebut karakteristiknya disesuaikan dengan kapal yang direncanakan. Setelah itu dilakukan penyempurnaan menggunakan *software CAD*. Dalam menggambar *half breadth plan* dan *sheer plan* juga dibantu oleh kedua *software* tersebut.

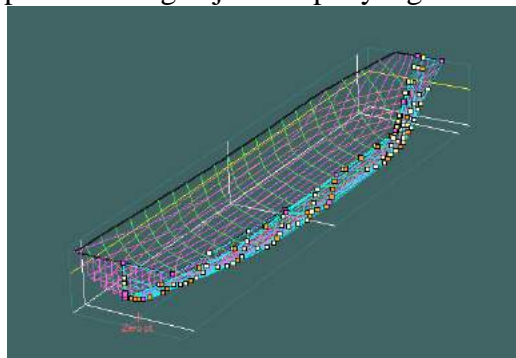
Langkah - langkah pengerjaan Rencana Garis kapal adalah sebagai berikut :

1. Membuka software maxsurf (Gambar 5.6).



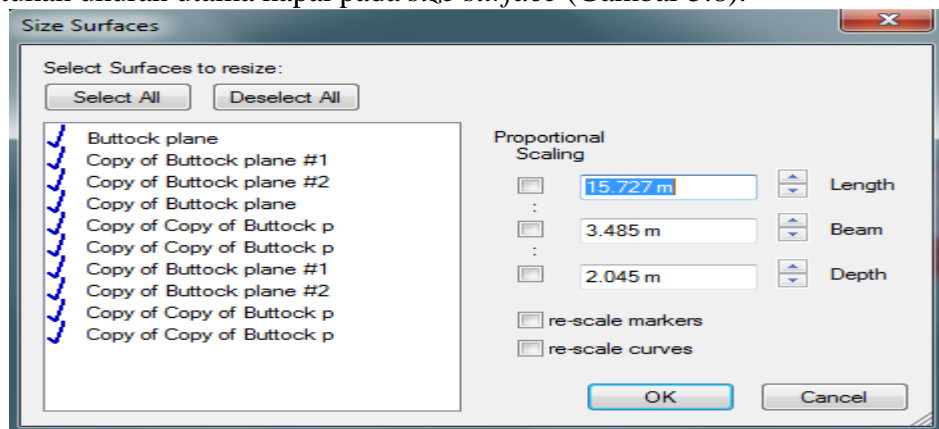
Gambar 5.6 Jendela Awal Maxsurf

2. Menginput Parent Ship sesuai dengan jenis kapal yang akan dibuat (Gambar 5.7).



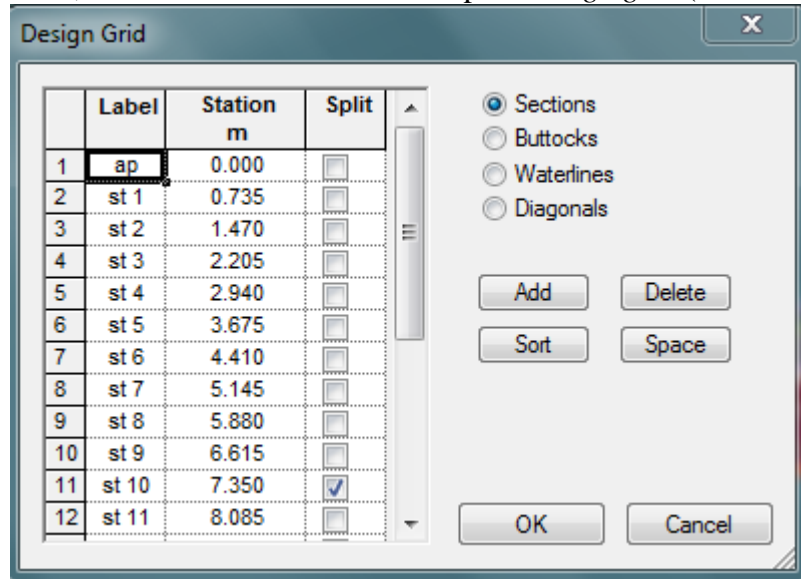
Gambar 5.7 Parent Ship Kapal Ikan

3. Menentukan ukuran utama kapal pada *size surface* (Gambar 5.8).



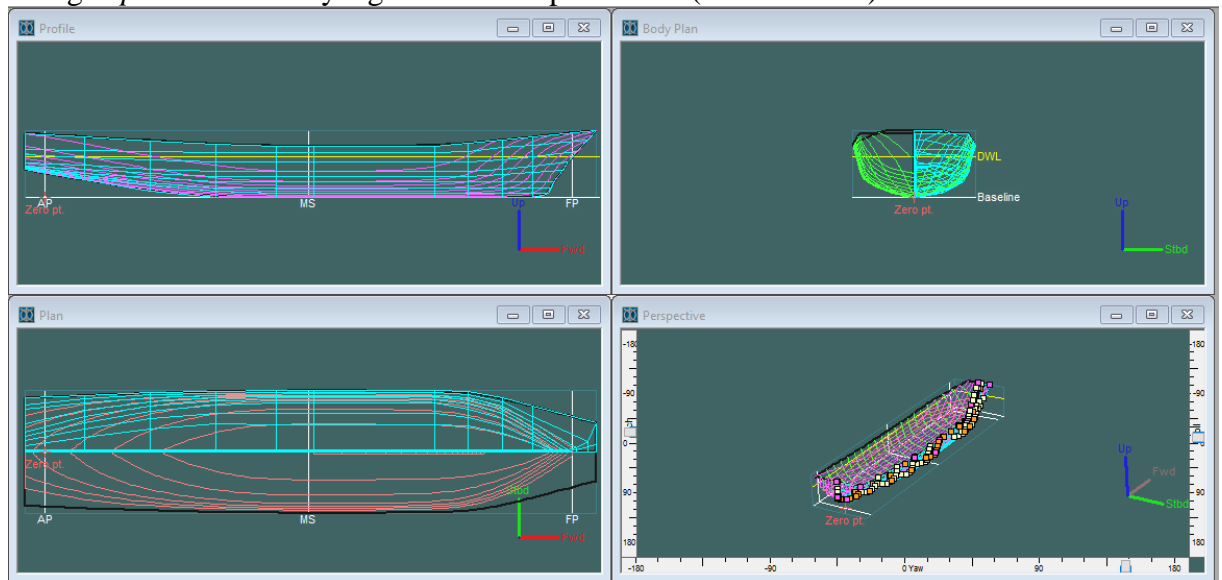
Gambar 5.8 Mengatur Size Surface

4. Membagi *stations*, *buttock lines* dan *water lines* pada *design grid* (Gambar 5.9)



Gambar 5.9 Penentuan Station, WL, BL

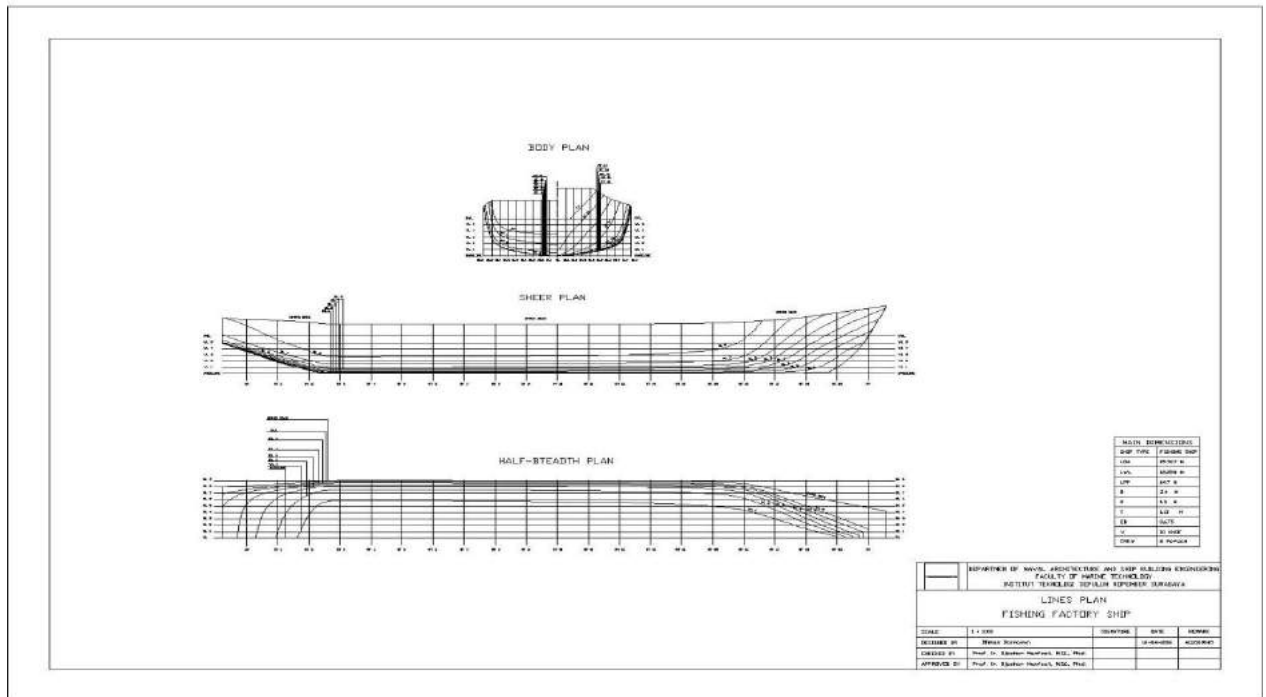
5. Meng-*exportLines Plan* yang telah dibuat pada *CAD* (Gambar 5.10)



Gambar 5.10 Hasil Export ke CAD

Setelah bentuk *Lines Plan* sesuai dengan yang diinginkan, pembuatan Rencana Garis mendekati tahap akhir. Model dapat langsung di-*export* ke format dxf untuk diperhalus dengan *software CAD*. Untuk menyimpan Rencana Garis dari model yang telah dibuat, buka salah satu pandangan dari model, kemudian klik *file>export> DXF and IGES*, atur skala 1:1, kemudian klikok dan *save file* baru tersebut.

Setelah didapatkan *body plan*, *sheer plan* dan *half-breadth plan*, langkah selanjutnya adalah menggabungkan ketiganya dalam satu file.dwg yang merupakan *output* dari *software CAD*. Dalam proses penggabungan juga dilakukan sedikit *editing* pada Rencana Garis yang telah didapat dan dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Lines Plan Kapal Ikan

5.16 Pembuatan Rencana Umum

Langkah pertama dalam menyelesaikan permasalahan rencana umum adalah menempatkan ruangan-ruangan utama beserta batas-batasnya terhadap lambung kapal dan bangunan atas. Adapun ruangan utama dimaksud adalah :

- Ruang Muat
- Kamar mesin
- Tangki-tangki (bahan bakar, *ballast*, air tawar, dll)
- Ruang pengolahan

Pada saat yang bersamaan juga ditentukan kebutuhan lain yang harus diutamakan seperti:

- Sekat kedap masing-masing ruangan

- b. Stabilitas yang cukup
- c. Struktur / konstruksi
- d. Penyediaan akses yang cukup

Penyusunan rencana umum merupakan suatu proses bertahap yang disusun dari percobaan, pengecekan, dan penambahan.

5.16.1 Data Utama Kapal

Data utama kapal yang didesain bisa dilihat pada Gambar 5.12.

MAIN DIMENSIONS	
SHIP TYPE	FISHING SHIP
LOA	15.727 m
LWL	15.288 m
LPP	14.7 m
B	3.4 m
H	1.3 m
T	1.13 m
CB	0.675
V	10 knots
CREW	6 Persons

Gambar 5.12 Data Utama Kapal

5.16.2 Penentuan Panjang Konstruksi

Untuk menghitung panjang konstruksi, digunakan harga yang terbesar dari perhitungan 0.96 LWL , 0.97 LWL , dan L_{pp} . Dengan ketiga perhitungan tersebut, di dalam (BKI, 2006) diberikan ketentuan sebagai berikut :

- Jika $L_{pp} < 0.96 \text{ LWL}$, maka $L_{\text{Konstruksi}} = 0.96 \text{ LWL}$
- Jika $L_{pp} > 0.97 \text{ LWL}$, maka $L_{\text{Konstruksi}} = 0.97 \text{ LWL}$
- Jika L_{pp} berada diantara 0.96 LWL dan 0.97 LWL , maka $L_{\text{Konstruksi}} = L_{pp}$

Tabel 5.14 Perhitungan Panjang Konstruksi

L konstruksi		
L_{pp}	=	14.70
0.96 Lwl	=	14.67648
0.97 Lwl	=	14.82936
Yang diambil :		
L konstruksi =		14.70

5.16.3 Penentuan Jarak Gading

Untuk jarak gading, direncanakan sebesar 0.6 m dengan asumsi semua jarak gading dianggap sama.

5.16.4 Perencanaan Sekat Kedap

Dalam perencanaannya, sekat-sekat kedap yang akan digunakan antara lain :

- 1 sekat tubrukan (*collision bulkhead*)
- 2sekat ruang muat
- 1 sekat depan kamar mesin
- 1 sekat ceruk buritan

5.16.5 Perencanaan Tangki dan Ruang Muat

a. Tangki Bahan Bakar (Fuel Oil)

Tangki fuel oil diletakkan pada bawah tanki pengolahan sepanjang 4 jarak gading, tepatnya pada gading no. 4 s/d no. 6. (0.238 m^3)

b. Tangki Limbah (Sewage Tank)

Tangki air kotor diletakkan pada beakang kamar mesin sepanjang 1 jarak gading, tepatnya gading no.1 s/d no. 2. (0.351 m^3)

c. Tangki Air Tawar

Tangki air tawar diletakkan di depan kamar mesin yaitu dari gading no.7 s/d no. 9. (0.464 m^3)

d. Tangki Ruang Muat

Tangki ruang muat direncanakan berjumlah 2 tangki. Adapun peletakannya adalah sebagai berikut :

- Tangki ruang muat no.1 : pada gading no. 9 s/d no. 17.
- Tangki ruang muat no.2 : pada gading no. 17 s/d no. 21.

5.16.6 Perencanaan Pintu

Pintu baja kedap cuaca (ship water tight steel door)

Pintu ini digunakan sebagai pintu luar yang berhubungan langsung dengan cuaca bebas.

Adapun dimensinya sebagai berikut :

- a. Tinggi : 1800 mm
- b. Lebar : 600 mm
- c. Tinggi ambang : 200 mm

5.16.7 Perencanaan Lampu Navigasi

Dalam menentukan perancangan lampu navigasi harus memenuhi peraturan yang sudah ada. Dalam COLREGS, (1972), menyebutkan definisi setiap lampu navigasi sebagai berikut:

a. Anchor Light (lampu jangkar)

- Jumlahnya 1 buah.
- Dipergunakan pada waktu kapal sedang lego jangkar agar kapal lain mengetahui bahwa suatu kapal sedang melego jangkar.
- Warna lampu putih.
- Sudut sinar 360^0 .
- Tinggi dari geladak 6 m.
- Dapat dilihat pada jarak minimal 3 mil

- Lampu jangkar buritan dipasang bila dilengkapi dengan jangkar buritan.

b. Mast Head Light

- Berfungsi agar tidak terjadi tubrukan pada saat kapal berlayar (untuk mengetahui arah gerakan kapal).
- Jumlahnya 2 buah. Lampu pertama berjarak terendah 6 m dari geladak utama dan tertinggi 12 m. Lampu kedua berjarak 4.5 m dari lampu pertama.
- Warna lampu putih.
- Sudut sinar 225^0 .
- Dapat dilihat pada jarak minimal 5 mil.

c. Side Light (lampu samping)

- Berfungsi untuk untuk membedakan sisi kiri dan kanan kapal.
- Jumlahnya 2 buah diletakkan masing-masing di sisi kiri dan kanan geladak navigasi.
- Warna merah pada lambung sisi kiri dan warna hijau pada lambung sisi kanan.
- Sudut sinar $112,5^0$.
- Dapat dilihat pada jarak minimal 2 mil.
- Tinggi lampu dari geladak utama adalah $\frac{3}{4}$ tinggi mast *head light* depan.

d. Stern Light (lampu Belakang)

- Jumlah 1 buah.
- Warna lampu putih.
- Sudut sinar 135^0 .
- Dapat dilihat pada jarak minimal 2 mil.
- Diletakan dibelakang kapal dan tinggi 2 m dari geladak.

e. Red Light

- Red light berfungsi sebagai lampu rambu - rambu pada saat cuaca berkabut atau saat kapal kandas.
- Jumlah 2 buah dan diletakkan pada mast atau tiang muatan. Daya lampu masing masing 200 watt.
- Sudut penyinaran lampu 360^0 .

- Dapat dilihat sampai sejauh 2 mil.

Untuk kapal ikan sedang berlayar selain jenis trawl, harus menunjukkan sinyal sebagai berikut :

- dua lampu *all-round* dalam satu garis vertikal, bagian atas berwarna merah dan di bawahnya berwarna putih, atau bentuk yang terdiri dari dua kerucut dengan *apexes* sama dalam satu garis vertikal.
- bila *outlying gear* lebih dari 150 meter dari horizontal kapal, maka harus ditambah lampu *all-round* atau kerucut yang puncaknya mengarah ke atas, ke arah *gear*.
- Ketika kapal berlayar lampu *sidelights* dan *sternlight* harus menyala.

5.16.8 Perencanaan Peralatan Labuh Serta Pelengkapan

Untuk menentukan jumlah dan dimensi peralatan serta perlengkapan labuh kapal, digunakan *equipment number (Z)* (BKI, 2006). *Equipment number* merupakan fungsi *displacement*, *freeboard*, tinggi bangunan atas, ukuran utama kapal dan luasan penampang samping lambung yang ada di atas garis air. Adapun perhitungan *z number* sebagai berikut :

$$Z = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2hB + \frac{A}{10}$$

$$\Delta = \text{Displacement kapal} \\ = 40.787 \text{ ton}$$

$$B = \text{Lebar kapal moulded} \\ = 3.4 \text{ m}$$

h = tinggi efektif dari sarat sampai rumah geladak yang paling tinggi.

$$= Fb + \Sigma h'$$

$$Fb = \text{Freeboard} \\ = H - T \\ = 1.3 - 1.13$$

$$= 0.17 \text{ m}$$

$\Sigma h'$ = penjumlahan tinggi bangunan atas dan rumah geladak

$$= 2.4 \text{ m}$$

$$h = 0.13 + 2.4 \\ = 2.53 \text{ m}$$

A = luas penampang samping lambung kapal, bangunan atas dan rumah geladak

A	Luasan di atas		
	sarat		
	Luasan deck	=	43.851 m ²
	Luasan atap	=	16.9173 m ²
	Luasan total	=	60.7682 m ²

Sehingga equipment number didapatkan :

$$Z = 18.753$$

Kemudian untuk Z = 0 - 50 didapatkan :

a. Jangkar

Jenis jangkar	: jangkar tanpa tongkat
Jumlah jangkar	: 2
Berat jangkar	: 40 kg

b. Rantai Jangkar

Panjang rantai	: 165 m
Diameter rantai : d ₁	= 12.5 mm (kualitas biasa)
d ₂	= 12.5 mm (kualitas special)
d ₃	= 12.5 mm (kualitas sangat special)

c. Tali Tarik

Panjang tali	: 180 m
Beban putus	: 100 kN

d. Tali Tambat

Jumlah tali	: 3 buah
Panjang tali	: 80 m
Beban putus	: 35 kN

e. Chain Locker

Chain locker merupakan tempat untuk menyimpan jangkar apabila jangkar sedang tidak digunakan (kapal berlayar). Untuk perhitungan volume *chain locker* ditentukan sebagai berikut

$$V = 1.1 * d_2^2 * L / 10^5 \quad [m^3]$$

Dimana :

$$L = \text{panjang rantai jangkar}$$

$$= 165 \text{ m}$$

d = diameter rantai jangkar

$$= 12.5 \text{ mm}$$

Sehingga :

$$V = 0.2836 \text{ m}^3$$

Untuk mengantisipasi kemungkinan yang mungkin terjadi, diperlukan volume cadangan untuk *chain locker* sebesar 20%. Sehingga *volume chain locker* menjadi :

$$\begin{aligned} V &= 0.2836 + (0.2836 * 20\%) \\ &= 0.3403 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sehingga didapat dimensi *chain locker* sebagai berikut :

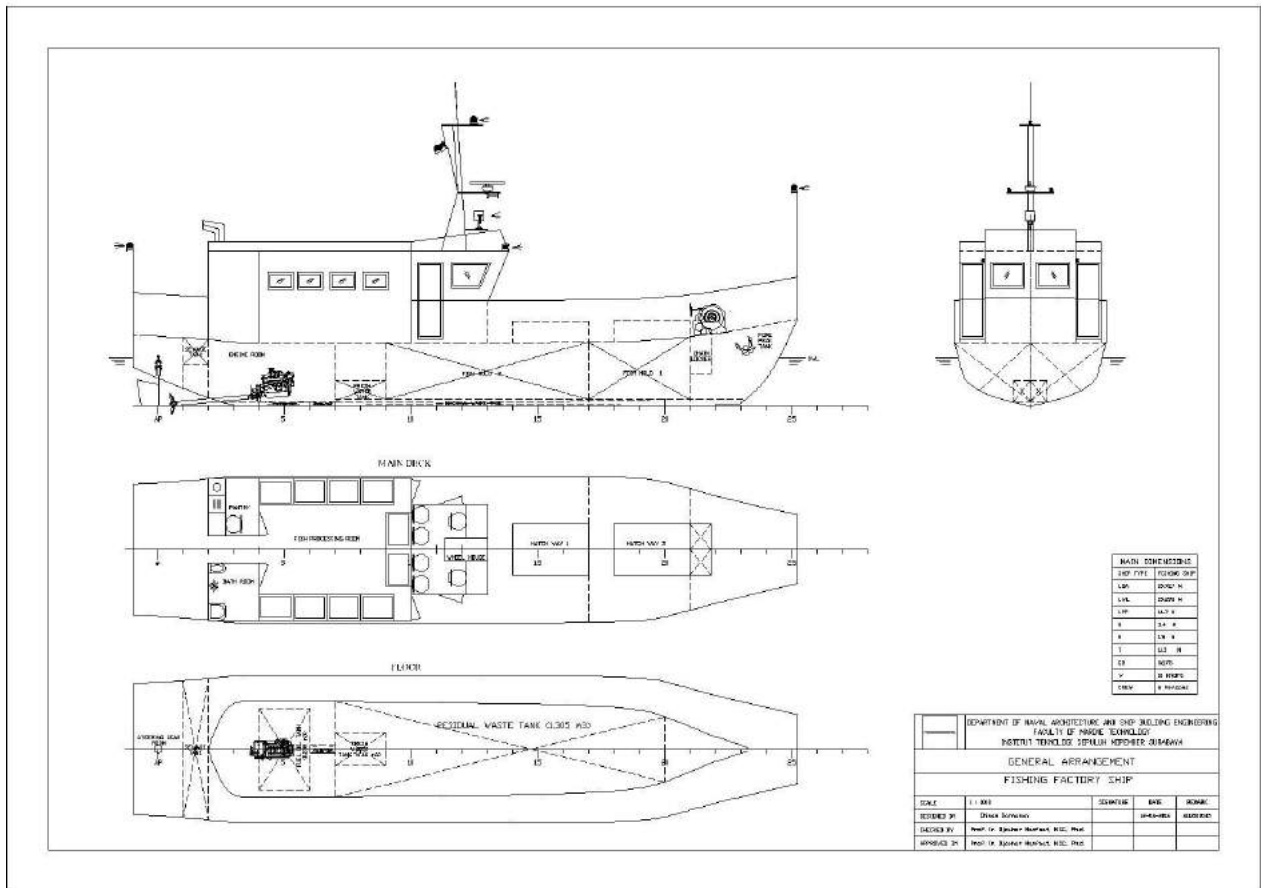
- a. Panjang = 0.6 m
- b. Lebar = 0.6 m
- c. Tinggi = 1 m

Pada pembuatan Rencana Umum kapal ini, digunakan software Autocad 2007. AutoCAD adalah perangkat lunak komputer CAD untuk menggambar 2 dimensi dan 3 dimensi yang dikembangkan oleh Autodesk. Keluarga produk AutoCAD, secara keseluruhan, adalah software CAD yang paling banyak digunakan di dunia.

AutoCAD digunakan oleh insinyur sipil, land developers, arsitek, insinyur mesin, desainer interior dan lain-lain.

Format data asli AutoCAD, DWG, dan yang lebih tidak populer, Format data yang bisa dipertukarkan (interchange file format) DXF, secara de facto menjadi standard data CAD. Akhir-akhir ini AutoCAD sudah mendukung DWF, sebuah format yang diterbitkan dan dipromosikan oleh Autodesk untuk mempublikasikan data CAD.

AutoCAD saat ini hanya berjalan disistem operasi Microsoft. Versi untuk Unix dan Macintosh sempat dikeluarkan tahun 1980-an dan 1990-an, tetapi kemudian tidak dilanjutkan. AutoCAD masih bisa berjalan di emulator seperti Virtual PC atau Wine. Hasil Rencana Umum bisa dilihat pada Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Rencana Umum Kapal Ikan

5.17 Gambar 3D

Proses pembuatan gambar tiga dimensi dari kapal ikan dilakukan dengan bantuan *Sketchup*. Pembuatan bentuk *hull* kapal mengacu pada ukuran utama dan *lines plan* yang sudah didapatkan dengan bantuan *Maxsurf*. Untuk pembuatan bagian rumah geladak dilakukan dengan acuan *General Arrangement* dengan bantuan *Sketchup*.

Tampilan 3D dari kapal ikan ini dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini. Gambar 5.14 menunjukkan gambar top view ruangan kapal yang terdiri dari *Pantry*, *Toilet*, *Wheel House*, serta ruang pengolahan. Gambar 5.15 menunjukkan kondisi ruang pengolahan yang nantinya akan digunakan untuk mengolah tangkapan ikan. Gambar 5.16 menunjukkan *Pantry (Galley)* serta toilet kapal. Sedangkan *wheel house* ditunjukkan oleh Gambar 5.17. Gambar pandangan kapal secara

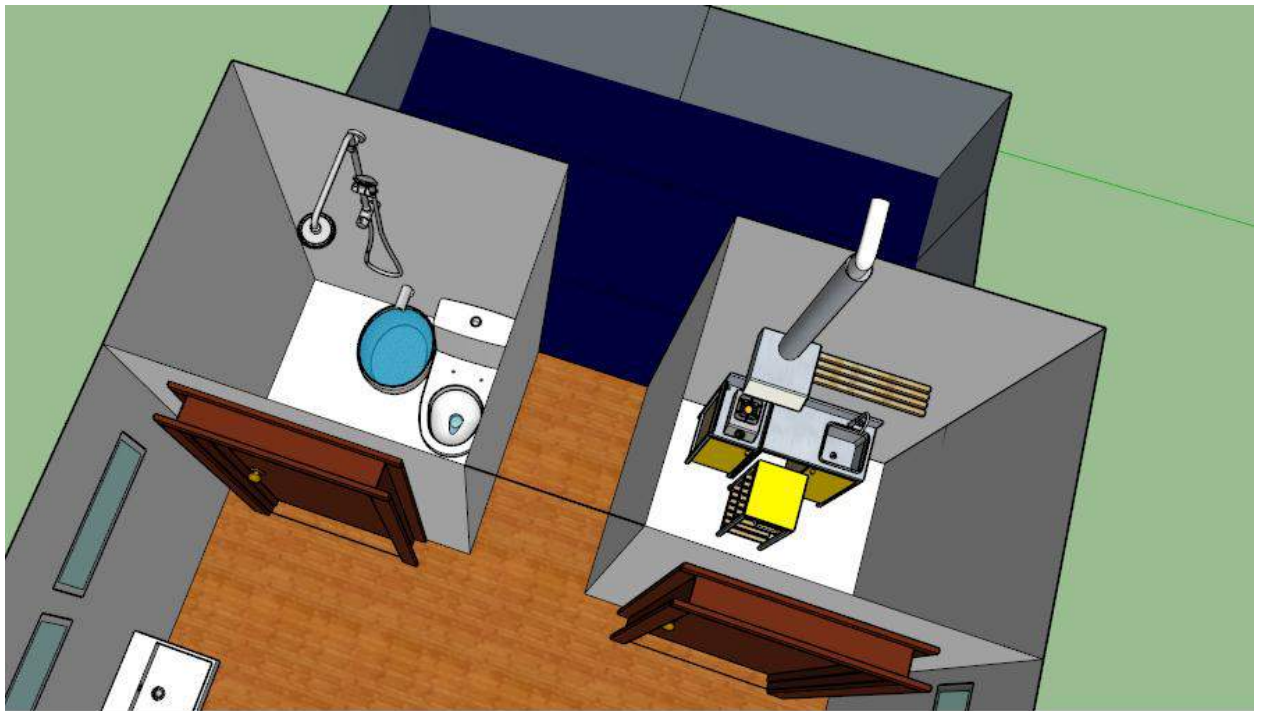
tertutup masing-masing pandangan ditunjukkan oleh Gambar 5.18, gambar 5.19, Gambar 5.20, Gambar 5.21.



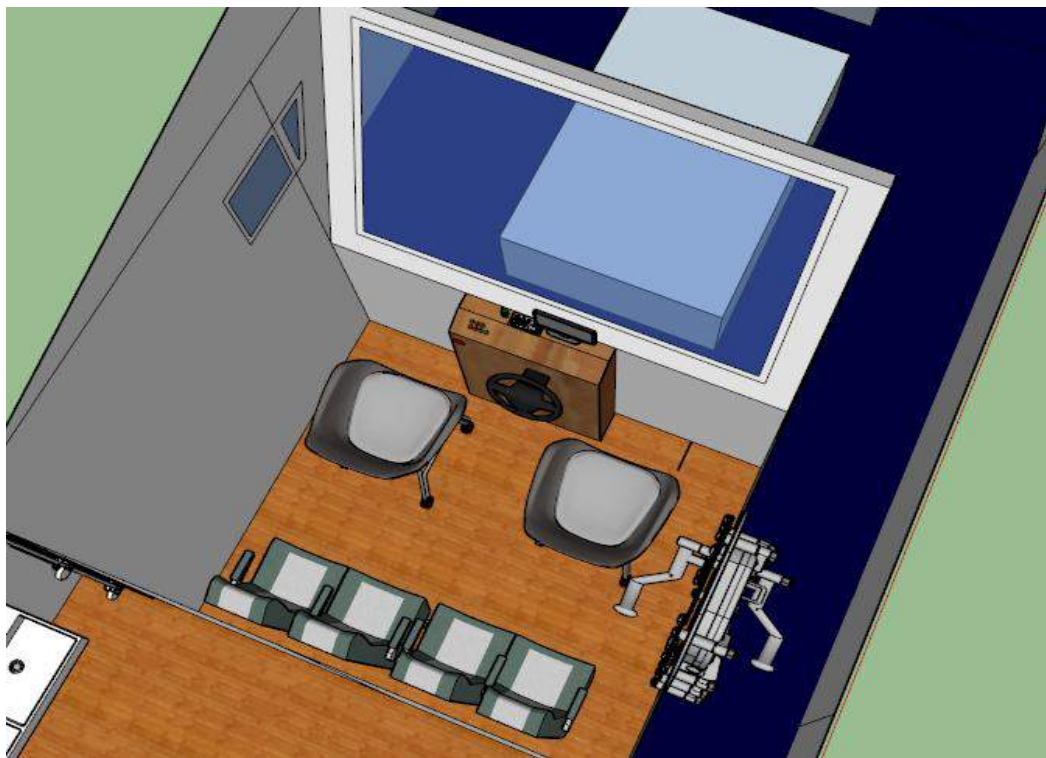
Gambar 5.14 Top View Ruangan Kapal



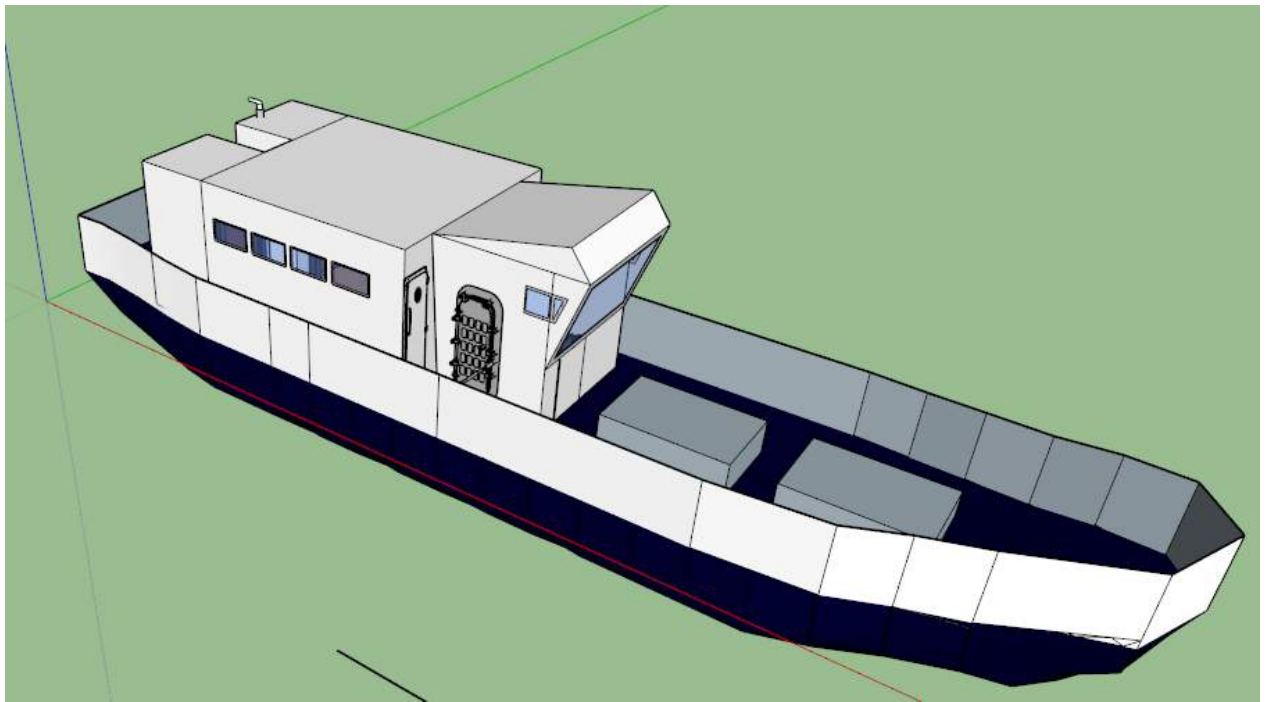
Gambar 5.15 Ruangan Pengolah Ikan



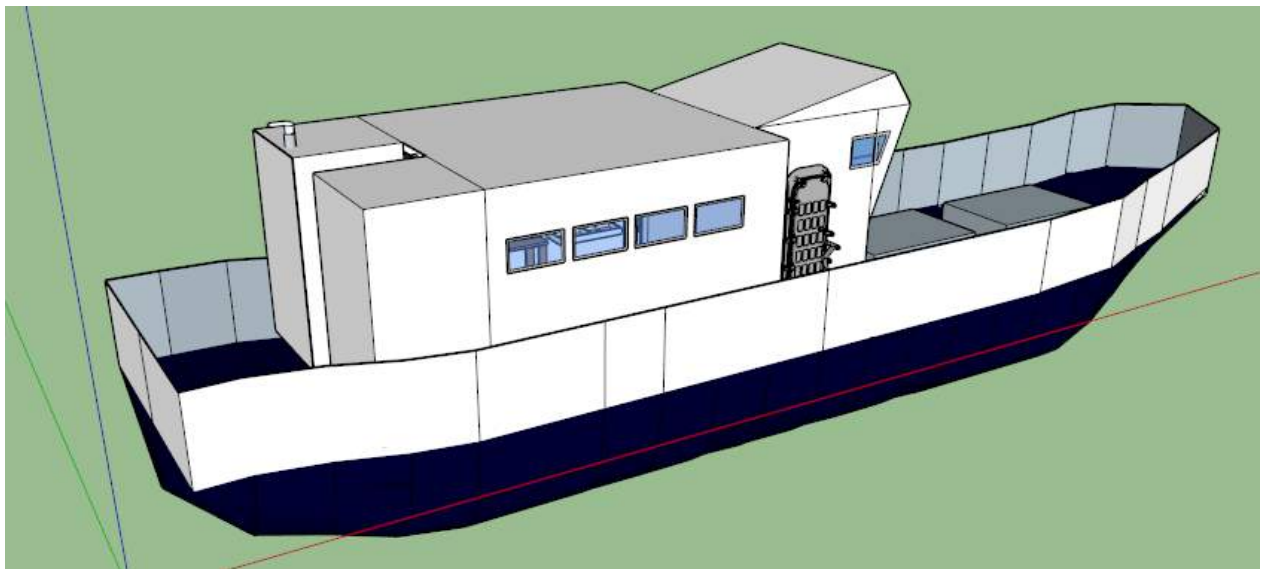
Gambar 5.16 Galley dan Toilet Kapal



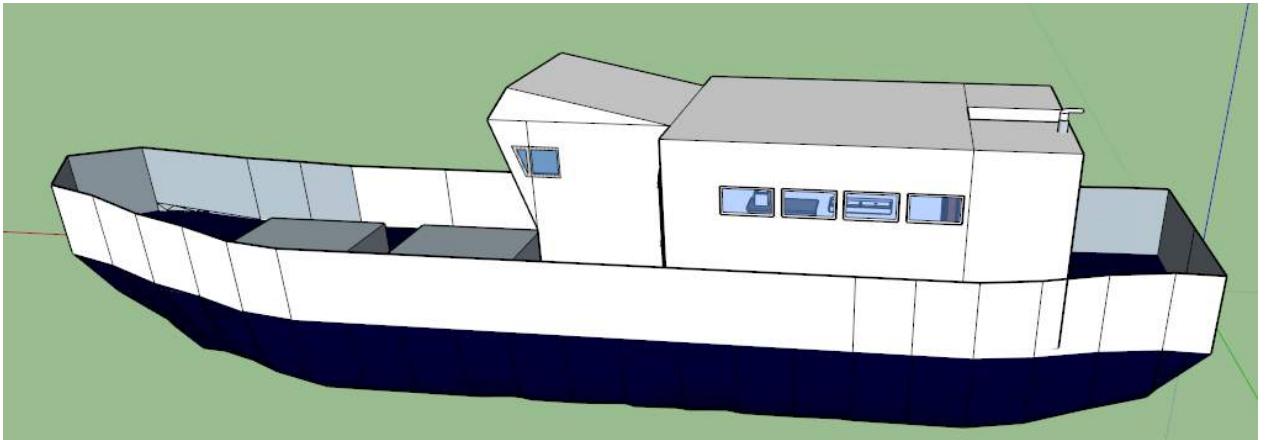
Gambar 5.17 Top View Wheel House Kapal



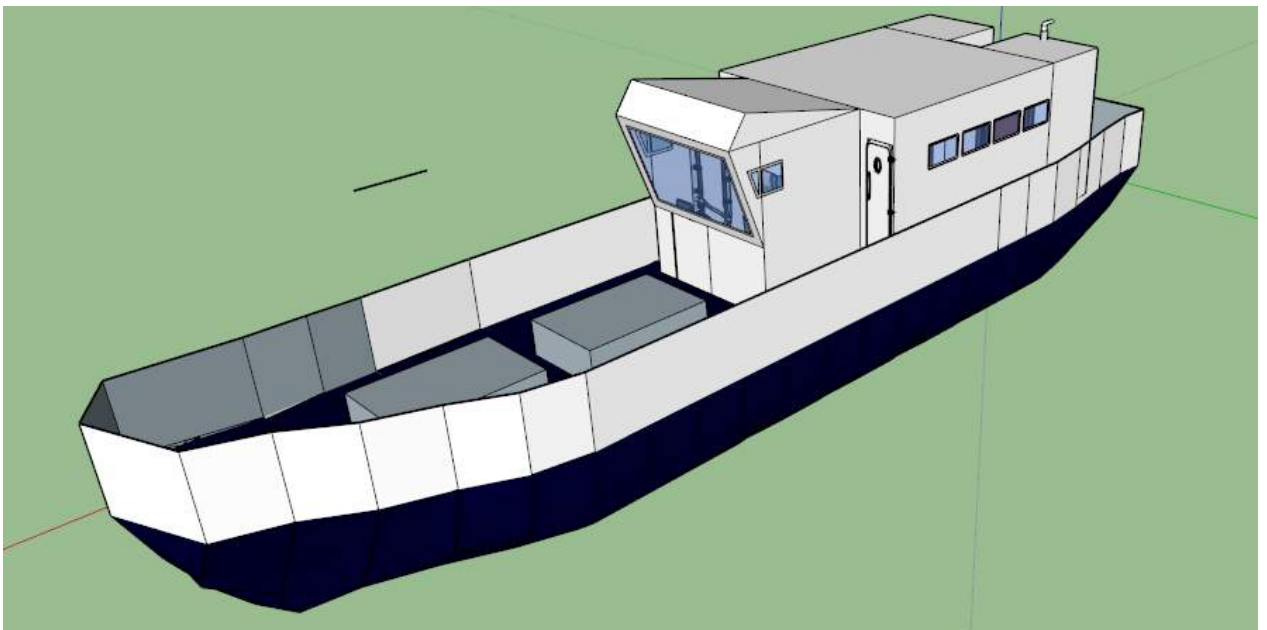
Gambar 5.18 3D Kapal Samping Kanan



Gambar 5.19 Kapal Tampak Samping Belakang



Gambar 5.20 Kapal Tampak Samping Kiri



Gambar 5.21 Kapal Tampak Samping Depan

(Halaman ini sengaja dikosongkan penulis)

BAB 6

KESIMPULAN & SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari analisis, perhitungan teknis, dan proses regresi mengenai kapal penangkap dan pengolah ikan yang beroperasi di perairan Pasuruan yang telah dilakukan pada tahapan sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Ukuran utama kapal penangkap dan pengolah ikan yang sesuai dengan perairan Pasuruan, yaitu :

Loa	=	15.727	m
Lwl	=	15.288	m
Lpp	=	14.7	m
B	=	3.4	m
H	=	1.3	m
T	=	1.13	m
Vs	=	9.4	knot
Crew	=	6	person
GT	=	25	GT

2. Biaya Operasional yang diminimumkan didapatkan sebesar Rp. 2.407.141,- per trip merupakan biaya operasional yang paling minimum serta ukuran utama yang optimum (untuk detail lihat lampiran).
3. Pada perhitungan stabilitas, didapatkan besar MG pada sudut oleng 0° adalah 1,52 m sedangkan yang dibutuhkan adalah 0,35 m. Besar lengan statis pada sudut oleng $> 30^\circ$ adalah 3,28 m dengan persyaratan minimal adalah 0,2 m. Sudut kemiringan pada Ls maksimum adalah $45,6^\circ$ dengan persyaratan minimum adalah 25° . Lengan dinamis pada sudut 30° dan 40° adalah 0.143 m dan 0.2 m dengan persyaratan minimum masing-masing 0,055 m dan 0,09 m. Luas Kurva GZ yang didapatkan adalah 0,06 m.rad sedangkan persyaratan minimum adalah 0,03 m.rad. Pada perhitungan *freeboard* menggunakan peraturan NCVS didapatkan freeboard minimum yang harus dipenuhi adalah 0,1666 m dan lambung timbul dari kapal

adalah 0,17 m. Pada perhitungan trim didapatkan selisih LCG dan LCB adalah 1,12 m sehingga tidak lebih dari 0,1 Lpp yang memiliki nilai sebesar 1,47 m.

4. Payload yang dibutuhkan untuk perairan Pasuruan adalah 16,36073 ton dan dibulatkan menjadi 16,5 ton
5. Dihasilkan Rencana Garis, Rencana Umum, serta 3D kapal (selengkapnya lihat di lampiran).

6.2 Saran

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini masih banyaknya perhitungan yang dilakukan dengan formula estimasi/pendekatan, maka untuk menyempurnakan Tugas Akhir desain kapal penangkap dan pengolah untuk perairan Pasuruan, Jawa Timur ini terdapat beberapa saran, antara lain sebagai berikut :

1. Perhitungan berat konstruksi agar dilakukan dengan lebih terperinci agar hasil yang didapatkan lebih akurat dan mendekati keadaan yang sebenarnya.
2. Perlu adanya data kapal yang lebih banyak dan yang beroperasi di sekitar perairan Studi kasus
3. Perlu dilakukan pemeriksaan material konstruksi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur konstruksi kapal.
4. Perlu dilakukan pengecekan dan survey secara menyeluruh untuk memastikan biaya operasional kapal yang semirip mungkin dengan lapangan.
5. Perlu dilakukan perhitungan BEP.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayuindra, M. 2014. *Analisa Potensi Pesisir Kota Pasuruan*. Surabaya: ITS
- Biro Pengembangan BPR dan UMKM. 2009. *Usaha Pengolahan Ikan Tuna Loin*. Jakarta: Bank Indonesia
- BKI. 2009. *Biro Klasifikasi Indonesia Vol 12*. Jakarta: BKI.
- Budiman, B. 2012. *Analisis Sistem Usaha Perikanan Gillnet Millenium di Karangsang, Kabupaten Indramayu*. Bogor: IPB.
- COLREGS. *International Regulations for Preventing Collisions at Sea - International Regulations for preventing Collisions at Sea, 1972 - Rule 21-24 and 30*. IMO
- Dinas Perikanan dan Kelautan Jawa Timur. 2013. *Laporan Tahunan Pelabuhan Lekok*. Surabaya: Dinas Perikanan dan Kelautan Jawa Timur
- Dinas Perikanan dan Kelautan Jawa Timur. 2014. *Laporan Tahunan Pelabuhan Lekok*. Surabaya: Dinas Perikanan dan Kelautan Jawa Timur
- Fyson, J. 1985. *Design of Small Fishing Vessels*. Farnham, England: Fishing News Books Ltd.
- Hidayat, W. 2015. *Studi Desain Integrated Tug Barge Pengangkut CPO yang Sesuai untuk Perairan Sungai Siak, Riau*. Surabaya: ITS
- Kementrian Perhubungan. 2009. *Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged*. Jakarta : Kementrian Perhubungan Republik Indonesia.
- Lewis, E. V. (1989). *Principles of Naval Architecture Volume II*, SNAME, 601 Pavonia Avenue, Jersey City, USA.
- Luknanto, D. 2000. *Pengantar Optimasi Non Linier*. Jogjakarta : UGM.
- Nomura, M., & Yamazaki, T. 1977. *Fishing Techniques* . tokyo: Japan International Cooperation Agency.
- Parsons, M. G. 2001. *Parametric Design, Chapter 11*. University of Michigan: Departement of Naval Architecture and Marine Engineering.
- Rachman, A. 2005. *Penentuan Komposisi Efektif Penggunaan Alat Tangkap Kapal Ikan Multi-Purpose*. Surabaya: ITS.
- Sumarwan, D. 2010. *Optimasi Desain Kapal Ikan Menggunakan Software QSB Studi Kasus Daerah Perairan Proboinggo*. Surabaya: ITS
- Sulistijowati, R. 2011. *Mekanisme Pengasapan Ikan*. Bandung: UNPAD.

- Teggart, R. 1980. *Ship design and Contruction*. New York: Society of Naval Architecture and Marine Engineer.
- The Torremolinos Convention. *Articles of the International Convention for the Safety of Fishing Vessels*. Cape Town: IMO
- Uktolseja, J. C. B. 1987. *Estimated Growth Parameters and Migration of Skipjack Tuna-Katsuwonus pelamis In The Eastern Indonesia Water Through Tagging Experiments*. Jakarta: Jurnal Penelitian Perikanan Laut No. 43 Tahun 1987 Balai Penelitian Perikanan Laut.
- Watson, D. G. M. and Gilfillan, A. W. 1977. *Some Ship Design Methods*. Netherlands: Transaction of the Royal Institute of the *Naval Architects*.
- Wahabi, K. 2001. *Studi Teknis dan Ekonomis Desain Kapal Mina BPPT Menjadi Pole And Line Untuk Perairan Maluku*. Surabaya: ITS.
- Waloya, R. 2016. *Desain Kapal Penangkap dan Pengolah Ikan 30 GT di Perairan Laut Utara Sulawesi*. Surabaya: ITS

LAMPIRAN

PENENTUAN PAYLOAD

Menurut data yang didapat. Jumlah produksi ikan di Pasuruan pada Tahun 2013 & 2014 adalah 9443 ton dan 9416,3 ton sedangkan kapal ukuran 6-10 GT yang beroperasi adalah 10 dan 9 buah

Tangkapan ikan (ton)		Kapal yang beroperasi	
2013	9443	2013	10
2014	9416.3	2014	9

Penentuan Payload dilakukan dengan cara menghitung berapa rata-rata tangkapan ikan untuk 1 kapal dalam 1 hari dengan diasumsikan pada musim kemarau kapal tidak beroperasi

Jumlah hari dalam 1 tahun (tidak termasuk kemarau) 182.5 hari

Tangkapan ikan per hari (ton)		
2013	51.74247	ton
2014	51.59616	ton

Hasil tangkapan untuk setiap kapal		
2013	5.174247	Ton
2014	5.732907	
rata rata	5.453577	

Dari data yang didapat, jumlah kapal yang beroperasi dari tahun 2010 hingga 2015 mengalami penurunan dan jumlah tertinggi ada pada tahun 2010 yakni 12 kapal, sedangkan pada tahun 2015 hanya 9 kapal yang beroperasi. Sehingga untuk mengatasi payload 3 kapal yang hilang tersebut, kapal yang dirancang harus mampu mengatasi payload yang hilang tersebut.

Payload kapal 16.36073 ton Dibulatkan 16.5

Data Kapal Pembanding

Persyaratan

- 1

Service Speed

=

9.383969309

knot
- 2

Rute

=

Pasuruan

Data Kapal Pembanding

No.	Nama Kapal	Bendera	GT	LPP (m)	B (m)	H (m)	T (m)	L/B	B/T	B/H	Tahun Pembuatan	Classification
1	BALI RAYA 1	Indonesia	36	17.5	3.85	1.47	1.12	4.545	3.438	2.619	1987	BKI
2	SARI SEGARA 5	Indonesia	34	15.7	3.7	1.47	1.15	4.243	3.217	2.517	1988	BKI
3	SARI SEGARA 4	Indonesia	34	15.7	3.85	1.47	1.1	4.078	3.500	2.619	1988	BKI
4	MAYA 101	Indonesia	32	15.54	3.6	1.44	1.2	4.317	3.000	2.500	1978	BKI
5	TRI MANUNGGAL 5	Indonesia	38	16.25	3.6	1.74	1.2	4.514	3.000	2.069	1979	BKI
6	PARKEN 01	Indonesia	21	14.7	3.4	1.3	1	4.324	3.400	2.615	1980	BKI
7	MAYA 102	Indonesia	32	15.5	3.6	1.44	1.2	4.306	3.000	2.500	1978	BKI
8	PARKEN 02	Indonesia	21	14.9	3.4	1.3	1	4.382	3.400	2.615	1981	BKI
												BKI
MIN			21	14.7	3.4	1.3	1.00	4.078	3	2.069		
MAX			38	17.5	3.85	1.74	1.2	4.545	3.5	2.619		

PROSES OPTIMASI PERENCANAAN KAPAL IKAN

CHANGING VARIABLE							
	Item	Unit	Symbol	Min	Value	Max	Remark
Ukuran Utama	Panjang	m	L	14.70	14.70	17.50	ACCEPTED
	Lebar	m	B	3.40	3.40	3.85	ACCEPTED
	Tinggi	m	H	1.30	1.30	1.74	ACCEPTED
	Sarat	m	T	1.00	1.13	1.20	ACCEPTED

CONSTRAINT							
Syarat Teknis	Item	Unit	Symbol	Min	Value	Max	Remark
Froude Number	$Fn = V/(g*L_{pp})^{0.5}$			0.15	0.39	0.40	ACCEPTED
Stabilitas	MG pada sudut oleng 0^0	m	MG_0	0.35	1.52		ACCEPTED
	Lengan statis pada sudut oleng $>30^0$	m	LS_{30}	0.2	3.28		ACCEPTED
	Sudut kemiringan pada L_s maksimum	deg	LS_{maks}	25	45.60		ACCEPTED
	Lengan dinamis pada 30^0	m.rad	Ld_{30}	0.055	0.143		ACCEPTED
	Lengan dinamis pada 40^0	m.rad	Ld_{40}	0.09	0.200		ACCEPTED
	Luas Kurva GZ antara $30^0 - 40^0$	m.rad		0.03	0.06		ACCEPTED
Displacement	Koreksi Displacement	%		1%	0.05	5%	ACCEPTED
Freeboard	F_s	m	F	0.17	0.17		ACCEPTED
Trim	Selisih Trim	%			1.12	1.47	ACCEPTED
Rasio			L/B	4.08	4.32	4.55	ACCEPTED
			B/T	3.00	3.00	3.50	ACCEPTED
			B/H	2.07	2.62	2.62	ACCEPTED
Payload				16.5	16.5		

OBJECTIVE FUNCTION				
	Item	Unit	Symbol	Value
	Biaya Operasional	Rp		2,407,141

<---- Target Cell

CONSTANT VALUE				
	Item	Unit	Symbol	Value
	Massa Jenis CPO	ton/m ²	ρ CPO	0.9
	Massa Jenis Air (Sungai)	ton/m ²	ρ air laut	1
	Massa jenis bahan bakar	ton/m ²	ρ fo	0.81
	Massa jenis pelumas	ton/m ²	ρ lo	0.95
	Gaya Gravitasi	m/s ²	g	9.81
	Radius Pelayaran	mil		147
	Kecepatan Relatif Angin	Knot	Va	5
	Kedalaman Perairan (minimal)	m		10
	Massa Jenis Baja	kg/m ³	ρ baja	7.850

Coeffisien calculation

Input Data :

$L_o =$	14.70 m		$L_o/B_o =$	4.324
$H_o =$	1.30 m		$B_o/T_o =$	3.000
$B_o =$	3.40 m	3.317	$T_o/H_o =$	0.872
$T_o =$	1.13 m	0.083	$V_s =$	9.38396931 knot
				4.827 m/s
$F_n =$	0.39		$\rho =$	1.025

Perhitungan :

• Froude Number Dasar

$$F_{n_o} = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$= 0.39$$

Principle of Naval Architecture Vol.II hlm.154

• Block Coeffisien (Watson & Gilfillan) :

$$C_b = -4.22 + 27.8 \sqrt{F_n} - 39.1 F_n + 46.6 F_n^3$$

$$= 0.675$$

Parametric design halaman 11-11

• Midship Section Coeffisien (Series 60')

$$C_m = 0.977 + 0.085(C_b - 0.6)$$

$$= 0.833$$

Parametric design halaman 11-12

• Waterplan Coeffisien

$$C_{wp} = 0.180 + 0.860 C_p$$

$$= 0.877$$

• Prismatic Coeffisien

$$C_p = C_b / C_m$$

$$0.810896$$

Parametric design halaman 11-16

• Longitudinal Center of Bouyancy (LCB)

$$LCB = (8.80 - 38.9 F_n) + L/2$$

$$= -6.5330058 \% \text{ LWL}$$

$$6.64523408 \text{ m dari AP}$$

Parametric design halaman 11-19

• Prismatic Coeffisien

$$C_p = C_b / C_m$$

$$= 0.811$$

• Lwl

$$L_{wl} = 104\% L_{pp}$$

$$= 15.288 \text{ m}$$

• ∇ (m3)

$$\nabla = L \cdot B \cdot T \cdot C_B$$

$$= 39.792 \text{ m}^3$$

• Δ (ton)

$$\Delta = L \cdot B \cdot T \cdot C_B \cdot \gamma$$

$$= 40.787 \text{ ton}$$

Resistance Calculation

[Fysson Method]

Input Data :

Lo =	14.70 m	Cb =	0.675
Ho =	1.30 m	Cm =	0.833
Bo =	3.40 m	Cwp =	0.877
To =	1.13 m	Cp =	0.811

PERHITUNGAN :

• Hambatan Gesek

$$WSA = \frac{(3.4 \times \nabla^{1/3} + 0.5L) \times \nabla^{1/3}}{65.72552435} \quad \begin{array}{ll} Kr = & 0.25 \\ \rho_w = & 1.025 \text{ kg/m}^3 \end{array}$$

$$Wr = Kr \times \frac{\rho_w}{2} \times v^2 \times WSA$$

$$= 196.2198843 \text{ Newton}$$

• Hambatan Angin

$$Vrel = Vs + Vw \quad \begin{array}{ll} Kw = & 1.3 \\ Pw = & 1.2258 \text{ kg/m}^3 \end{array}$$

$$= 7.827113813 \text{ m/s}$$

$$Ww = Kw \times \frac{Pw}{2} \times Vrel^2 \times A \phi$$

$$= 96.003 \text{ Newton}$$

• Hambatan Bentuk

$$Wf = Kf \times \frac{\rho_w}{2} \times v^2 \times WSA \quad Kf = 1$$

$$= 938.639 \text{ Newton}$$

• Hambatan Total

$$Rt = Wr + Ww + Wf$$

$$= 1230.863 \text{ Newton} = 1.230863$$

• EHPtr

$$EHPtr = Rt \times V$$

$$= 5.941513 \text{ HP}$$

• EHPs = (1+40%) x EHPtr

$$= 8.318119 \text{ HP}$$

• DHP = $\frac{EHPs}{Pc + g}$

$$= 30.93433 \text{ HP}$$

• BHP = DHP x (1 + 0.03)

$$= 31.86237 \text{ HP}$$

$$Pc = \frac{(1 - t)}{(1 - w)} \times \eta R_x \eta_0$$

$$= 0.282229$$

$$t = 0.5 Cb + 0.2$$

$$= 0.537738$$

$$w = 0.3 Cb + 10 CV.CB - 0.1$$

$$= 0.237738$$

$$g = -1/3\% \times 40/100$$

$$= -0.01333$$

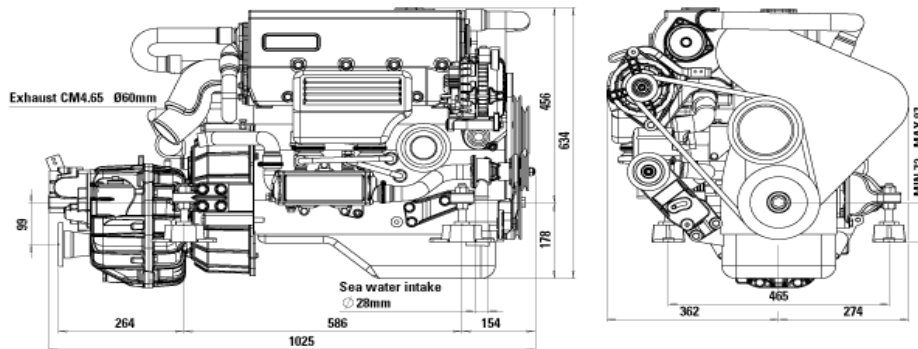
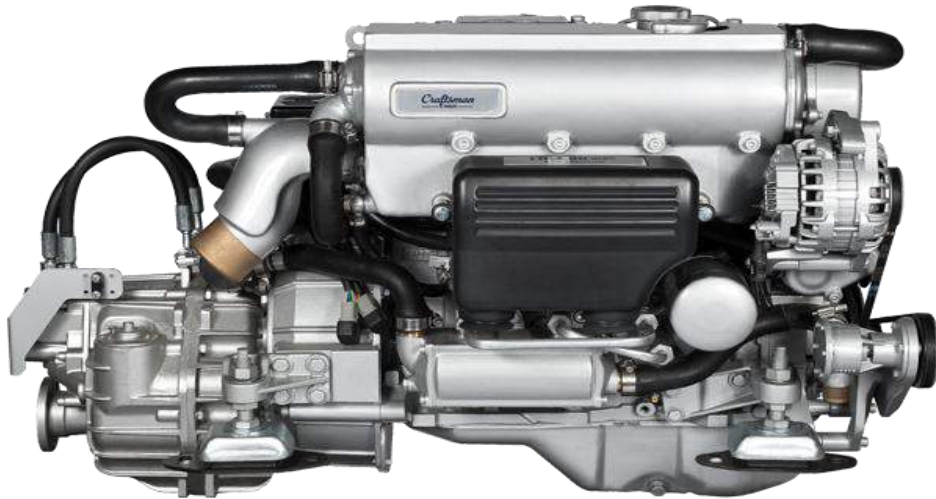
Perhitungan Berat Permesinan

Ship Design for Efficiency and Economy-2nd Edition

Input Data :

Lo =	14.70 m	Cb =	0.675
Ho =	1.30 m	Cm =	0.833
Bo =	3.40 m	Cwp =	0.877
To =	1.13 m	Cp =	0.811

Pemilihan Daya Mesin



PEMILIHAN DAYA MESIN

No of Main Engine	=	1	
Brand	=	Hyundai	
Type	=	CM4.65	
Rpm	=	3000	
Continuouse Output	=	65.3 HP	Panjang 1.025
	=	48.0 kW	
Fuel Consumption	=	275 g/kwh	0.0003
p Solar	=	0.9 ton/m ³	
Berat bahan bakar	=	13200 gr/hr	
Berat mesin	=	235 kg	
Volume	=	0.014667 m3/hr	

Perhitungan Beban

$L_o =$	14.70	$C_b =$	0.6754764
$H_o =$	1.30	$C_m =$	0.833
$B_o =$	3.40	$C_p =$	0.810896
$T_o =$	1.13	$C_w =$	0.8773706
		$L_{wl} =$	15.288

PERHITUNGAN :

- L konstruksi

$$\begin{aligned}
 L_{pp} &= 14.70 \\
 0.96 L_{wl} &= 14.67648 \\
 0.97 L_{wl} &= 14.82936 \\
 \text{Yang diambil :} \\
 L_{\text{konstruksi}} &= 14.70
 \end{aligned}$$

- Pelat Lunas Alas dan Bilga

Lebar pelat lunas tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned}
 b &= 800 + 5L \\
 &= 800 + 5 * L = 873.5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi :} \quad \text{Lebar pelat lunas diambil} &= 1000 \text{ mm} \\
 \text{Lebar pelat bilga diambil} &= 1000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Wrang Pelat

Tinggi wrang pelat tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned}
 h &= 55B - 45 \\
 &= 142 \text{ mm} \\
 h_{\text{min}} &= 180 \text{ mm} \\
 \text{Jadi :} \quad h \text{ yang diambil ialah :} &= 180 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Basic external dynamic load (P0)

$$P_0 = 2,1.(C_B + 0,7). C_0 . C_L . f \quad [\text{kN/m}^2]$$

(Ref : BKI 12 vol section 4)

$$C_0 = ((L/25)+4.1) \times C_{rw} ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$C_0 = 3.516$$

$$f = 1 \quad \text{untuk pelat kulit, geladak cuaca}$$

$$f = 0.75 \quad \text{untuk gading biasa, balok geladak}$$

$$f = 0.6 \quad \text{Untuk Gading Besar, Senta, Penumpu}$$

$$C_L = (L/90)^{1/2}; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$= 0.404$$

$$C_{RW} = 0.75 \quad ; \text{ untuk pelayaran lokal (L)}$$

$$P_0 = 2.1 \times (0.675 + 0.7) \times 3.516 \times 0.404 \times 1 \times 0.75$$

$$= 4.104 \quad [\text{kN/m}^2]$$

- Beban pelat pada sisi kapal (PS)

Tabel 1

	Range	Factor C_D	Factor C_F
A	$0 \leq x/L < 0,2$	$1,2 - x/L$	$1,0 + 5/C_B [0,2 - x/L]$
	$x/L = 0.100$	$C_D = 1.100$	$C_F = 1.740$
M	$0,2 \leq x/L < 0,7$	1	1
	$x/L = 0.450$	$C_D = 1$	$C_F = 1$
F	$0,7 \leq x/L \leq 1$	$1,0 + c/3 [x/L - 0,7]$	$1 + 20/C_B [x/L - 0,7]^2$
	$x/L = 0.850$	$c = 0,15 \cdot L - 10$ $C_D = 0.610$	$C_F = 1.666$

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$P_0 = 4.104 \quad \text{kN/m}^2$$

$$\text{untuk, } Z_1 = 0.400 \quad \text{m} \quad (\text{di bawah garis air})$$

$$10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z /$$

$$P_S = T) \quad (\text{Ref : BKI vol 12 section 4})$$

$$10 (1.1 - 0.400) + 4.104 \times 2 \times (1 +$$

$$= 0.400/1.1)$$

$$= 16.997 \quad \text{kN/m}^2$$

$$\text{untuk, } Z_2 = 1.133 \quad \text{m} \quad (\text{di atas garis air})$$

$$P_S = 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T)$$

$$= 20 \times 4.104 \times 1.740 / (10 + 1.133 - 1.1)$$

$$= 14.285 \quad \text{kN/m}^2$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$\text{untuk, } Z_1 = 0.400 \quad \text{m} \quad (\text{di bawah garis air})$$

$$10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z /$$

$$P_S = T) \quad (\text{Ref : BKI vol 12 section 4})$$

$$10 (1.1 - 0.400) + 4.104 \times 1 \times (1 +$$

$$= 0.400/1.1)$$

$$= 12.886 \quad \text{kN/m}^2$$

$$\text{untuk, } Z_2 = 1.133 \quad \text{m} \quad (\text{di atas garis air})$$

$$P_S = 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T)$$

$$= 20 \times 4.104 \times 1.000 / (10 + 1.133 - 1.1)$$

$$= 8.209 \quad \text{kN/m}^2$$

daerah $0.7 \leq x/L \leq 1$ [F]

untuk, $Z_1 = 0.400 \quad \text{m}$ (di bawah garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / T) \\ &= 10 (1.1 - 0.400) + 4.104 \times 2 \times (1 + 0.400/1.1) \\ &= 16.586 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned} \quad (\text{Ref : BKI vol 12 section 4})$$

untuk, $Z_2 = 1.133 \quad \text{m}$ (di atas garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T) \\ &= 20 \times 4.104 \times 0.000 / (10 + 1.133 - 1.1) \\ &= 13.678 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada sisi kapal

A	16.997	kN/m ²
	14.285	kN/m ²
M	12.886	kN/m ²
	8.209	kN/m ²
F	16.586	kN/m ²
	13.678	kN/m ²

diambil nilai maks
 $P_S = 16.997 \quad \text{kN/m}^2$

Beban pada dasar kapal (P_B)

$$P_B = 10 \cdot T + P_0 \cdot C_F \quad (\text{Ref : BKI vol 2 section 4})$$

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 1.1 + 4.104 \times 1.740 \\ &= 18.476 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 1.1 + 4.104 \times 1.000 \\ &= 15.438 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

daerah $0.7 \leq x/L \leq 1$ [F]

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 1.1 + 4.104 \times 1.666 \\ &= 18.172 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada dasar kapal

A	18.476	kN/m ²
M	15.438	kN/m ²
F	18.172	kN/m ²

diambil nilai maksimal,
maka

$$P_B = 18.476$$

Perbandingan beban sisi (P_S) dengan beban dasar (P_B)

$$P_S = 16.997 \text{ kN/m}^2$$

$$P_B = 18.476 \text{ kN/m}^2$$

diambil beban yang paling besar, maka beban maksimal pada hull

$$P = 18.476 \text{ kN/m}^2$$

Beban pada geladak cuaca

(P_D)

$$P_D = \frac{(P_0 \times 20 \times T \times C_D)}{((10 + Z - T)H)}$$

(Ref : *BKI vol 2 section 4*)

$$P_0 = 4.104 \text{ kN/m}^2$$

$$H = 1.30 \text{ m}$$

$$Z = 1.3 \text{ m}$$

daerah $0 \leq x/L <$

0.2 [A]

$$C_D = 1.100$$

$$(4.104 \times 20 \times 1.1 \times 1.100) / [(10 + 1.300 - 1.1) \times$$

$$P_D = 1.300]$$

$$= 7.743 \text{ kN/m}^2$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$C_D = 1$$

$$(4.104 \times 20 \times 1.1 \times 1.000) / [(10 + 1.300 - 1.1) \times$$

$$P_D = 1.300]$$

$$= 7.039 \text{ kN/m}^2$$

daerah $0.7 \leq x/L$

[F]

$$C_D = 0.610$$

$$(4.104 \times 20 \times 1.1 \times 0.610) / [(10 + 1.300 - 1.1) \times$$

$$P_D = 1.300]$$

$$= 4.296 \text{ kN/m}^2$$

Rekapitulasi beban pada geladak cuaca

A	7.743	kN/m ²
M	7.039	kN/m ²
F	4.296	kN/m ²

diambil nilai maksimal, maka

$$P_D = 7.743 \text{ kN/m}^2$$

Lo =	14.7	Cb =	0.67547	L	
Ho =	0	Cm =	6	Konstruksi	14.70
Bo =	1.30		0.833	k	1
To =	3.40	Cp =	0.81089	v=	9.383969
			6		
		Cw =	0.87737		
		Lwl =	1		
			15.288		

PERHITUNGAN :

- Jarak Gading (a)

Jarak yang diukur dari pinggir mal ke pinggir mal gading.

$$a_0 = L/500 + 0,48 \text{ m} \quad (\text{Ref: BKI 98})$$

$$= 0.5094$$

$$\text{diambil : } a = 0.60 \text{ m}$$

Tebal Pelat

- Minimum

$$t_{\min} = (1,5 - 0,01 \cdot L) \cdot (L \cdot k)^{1/2}; \text{ untuk } L < 50 \text{ m}$$

$$= 5.187 \text{ mm} \gg 6.000 \text{ mm}$$

$$t_{\max} = 16 \text{ mm}$$

- Tebal Pelat Alas**

- Tebal Pelat Alas**

untuk $0.4 L$ amidship :

$$t_{B1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_B \cdot k)^{1/2} + t_K; \text{ untuk } L < 90$$

m

untuk 0.1 L di belakang AP dan 0.05 L di depan FP minimal :

$$t_{B2} = 1,21 \cdot a \cdot (P_B \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana

a :

k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

$$k = 1$$

nf = 1 Untuk Konstruksi melintang

nf = 0.83 Untuk Konstruksi memanjang

a = jarak gading

$$a = 0.60 \text{ m}$$

$$t_K = 1.5 \text{ untuk } t' < 10 \text{ mm}$$

$$(0,1 \cdot t' / k^{1/2}) +$$

$$t_K = 0,5 \text{ untuk } t' > 10 \text{ mm (max 3 mm)}$$

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A], diambil 0.106 L

$$P_B = \frac{18.47}{6} \text{ kN/m}^2$$

$$t_{B1} = \frac{1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(18.476 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 4.900 + t_K \quad t_K = 1.5$$

$$= 4.900 + 1.5$$

$$= 6.400 \text{ mm} \quad \gg \quad 7.000 \text{ mm}$$

$$t_{B2} = \frac{1.21 \times 1.00 \times \text{SQRT}(18.476 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 3.121 + t_K \quad t_K = 1.5$$

$$= 3.121 + 1.5$$

$$= 4.621 \text{ mm} \quad \gg \quad 5.000 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$t = 7.000 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M], diambil 0.529 L

$$P_B = 15.438 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{B1} = \frac{1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(18.476 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 4.479 + t_K \quad t_K = 1.5$$

$$= 4.900 + 1.5$$

$$= 5.979 \text{ mm} \quad \gg \quad 6.000 \text{ mm}$$

$$t_{B2} = \frac{1.21 \times 1.21 \times 1.00 \times \text{SQRT}(18.476 \times 1) \times \text{SQRT}(18.476 \times 1)}{1} + t_K$$

$$= 2.853 + t_K \quad t_K = 1.5$$

$$= 3.121 + 1.5$$

$$= 4.353 \text{ mm} \quad \gg \quad 5.000 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

daerah $0.7 \leq x/L$ [F], diambil 0.812 L

$$P_B = 18.172 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{B1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(18.476 \times 1) + t_K$$

$$= 4.860 + t_K \quad t_K = 1.5$$

$$= 4.900 + 1.5$$

$$= 6.360 \text{ mm} \quad \gg \quad 7.000 \text{ mm}$$

$$t_{B2} = \frac{1.21 \times 1.21 \times 1.21 \times 1.00 \times \text{SQRT}(18.476 \times 1) \times \text{SQRT}(18.476 \times 1) \times \text{SQRT}(18.476 \times 1)}{\text{SQRT}(18.476 \times 1) \times \text{SQRT}(18.476 \times 1)} + t_K$$

$$= 3.095 + t_K \quad t_K = 1.5$$

$$= 3.121 + 1.5$$

$$= 4.595 \text{ mm} \quad \gg \quad 5.000 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$t = 7.000 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat alas :

A	7	mm
M	6	mm
F	7	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka
t alas = 7 mm

Tebal Pelat Sisi

untuk 0.4 L amidship :

$$t_{s1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_S \cdot k)^{1/2} + t_K; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

untuk 0.1 L dibelakang AP dan 0.05 L didepan FP minimal :

$$t_{s2} = 1,21 \cdot a \cdot (P_S \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana
:

k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

$$k = 1$$

$$n_f = 1$$

Untuk Konstruksi melintang

$$n_f = 0.83$$

Untuk Konstruksi memanjang

a = jarak gading

$$a = 0.60 \text{ m}$$

$$t_K = 1.5$$

untuk $t' < 10 \text{ mm}$

$$t_K = (0,1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0,5$$

untuk $t' > 10 \text{ mm}$ (max 3 mm)

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A], diambil 0.106 L

$$\begin{aligned}
 P_s &= 16.997 \text{ kN/m}^2 \\
 t_{s1} &= 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(16.997 \times 1) + t_k \\
 &= 4.700 + t_k \quad tk= 1.5 \\
 &= 4.700 + 1.5 \\
 &= 6.200 \text{ mm} \quad \gg 7.000 \text{ mm} \\
 t_{s2} &= 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(16.997 \times 1) + t_k \\
 &= 2.993 + t_k \quad tk= 1.5 \\
 &= 2.993 + 1.5 \\
 &= 4.493 \text{ mm} \quad \gg 5.000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]
 $t = 7.000 \text{ mm}$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M], diambil 0.529 L

$$\begin{aligned}
 P_s &= 12.886 \text{ kN/m}^2 \\
 t_{s1} &= 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(12.886 \times 1) + t_k \\
 &= 4.092 + t_k \quad tk= 1.5 \\
 &= 4.700 + 1.5 \\
 &= 5.592 \text{ mm} \quad \gg 6.000 \text{ mm} \\
 t_{s2} &= 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(12.886 \times 1) + t_k \\
 &= 2.606 + t_k \quad tk= 1.5 \\
 &= 2.993 + 1.5 \\
 &= 2.606 \text{ mm} \quad \gg 3.000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [A]
 $t = 6.000 \text{ mm}$

daerah $0.7 \leq x/L$ [F], diambil 0.812 L

$$\begin{aligned}
 P_s &= 16.586 \text{ kN/m}^2 \\
 t_{s1} &= 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(16.586 \times 1) + t_k \\
 &= 4.643 + t_k \quad tk= 1.5 \\
 &= 4.700 + 1.5 \\
 &= 6.143 \text{ mm} \quad \gg 7.000 \text{ mm} \\
 t_{s2} &= 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(16.586 \times 1) + t_k \\
 &= 2.957 + t_k \quad tk= 1.5 \\
 &= 2.993 + 1.5 \\
 &= 2.957 \text{ mm} \quad \gg 3.000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]
 $t = 7.000 \text{ mm}$

Rekapitulasi tebal pelat sisi :

A	7	mm
M	6	mm
F	7	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka
t sisi = 7 mm

- Tebal Pelat Geladak**

Tebal pelat geladak ditentukan dari nilai terbesar dari formula berikut:

$$t_D = 1,21 \cdot a \cdot (P_D \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana :

k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

k = 1

a = jarak gading

a = 0.60 m

$t_K = 1.5$ untuk $t' < 10$ mm

$t_K = (0,1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0,5$ untuk $t' > 10$ mm (max 3 mm)

L = 14.70 m

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A], diambil $0.106 L$

$$P_D = 7.743 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} t_{EI} &= 1.21 \times 0.6 \times \text{SQRT}(7.743 \times 1) + t_K \\ &= 2.020 + t_K \quad tk = 1.5 \\ &= 2.020 + t_K = \end{aligned}$$

$$= 5.520 \text{ mm} \quad \gg 6.000 \text{ m}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M], diambil $0.529 L$

$$P_D = 7.039 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} t_{EI} &= 1.21 \times 0.6 \times \text{SQRT}(7.039 \times 1) + t_K \\ &= 1.926 + t_K \quad tk = 1.5 \\ &= 1.926 + t_K = \end{aligned}$$

$$= 5.426 \text{ mm} \quad \gg 6.000 \text{ m}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

daerah $0.7 \leq x/L$ [F], diambil $0.812 L$

$$P_D = 4.296 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{EI} = 1.21 \times 0.6 \times \text{SQRT}(4.296 \times 1) + t_K$$

$$\begin{aligned}
 &= 1.505 + t_k \quad t_k = 1.5 \\
 &= 1.505 + t_k = \\
 &= 5.005 \text{ mm} \quad \gg 6.000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]
 $t = 6.000 \text{ mm}$

Rekapitulasi tebal pelat geladak :

A	6	mm	diambil nilai t yang paling besar, maka t geladak = 6 mm
M	6	mm	
F	6	mm	

Rekapitulasi tebal pelat keseluruhan :

	A	M	F	Diambil	Unit
Pelat alas	7	6	7	7	mm
Pelat sisi	7	6	7	7	mm
Pelat geladak	6	6	6	6	mm

untuk memudahkan dalam perhitungan berat baja lambung kapal, maka tebal pelat yang digunakan untuk pembangunan kapal penangkap dan pengolah ikan ini adalah

tebal pelat alas: 7

tebal pelat sisi 7

tebal pelat geladak 6

Item	Value	Unit
Berat Lambung (hull) Kapal		
Luas lambung	78645000	mm ²
	78.645	m ²
Total luasan lambung kapal	78.645	m ²
Tebal pelat lambung	7	mm
	0.007	m
Volume shell plate = luas x tebal	0.551	m ³
<i>r</i> baja	8	gr/cm ³
	8000	kg/m ³
Berat Total	4404.120	kg
	4.404	ton
Berat Geladak (deck) Kapal		
Total luasan geladak kapal	49980000.000	mm ²
Total luasan geladak kapal	49.980	m ²
Tebal pelat geladak	6	mm
	0.006	m
Volume shell plate = luas x tebal	0.300	m ³
<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
	7850	kg/m ³
Berat Total	2354.058	kg
	2.354	ton
Berat Konstruksi Lambung Kapal		
<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat baja lambung kapal (diambil 25%)</i>		
Berat baja lambung + geladak kapal	6.758	ton
25% dari berat baja kapal	1.690	ton
Berat Konstruksi Total	1.690	ton

L _o =	14.70	Cb =	0.675476	L	
H _o =	1.30	Cm =	0.833	Konstruks	
B _o =	3.40	Cp =	0.810896	i	14.70
T _o =	1.13	Cw =	0.877371	k	1
		Lwl =	15.288		9.38396
				v=	9

PERHITUNGAN :

1. Jangkar

Pemilihan jangkar mengacu pada perhitungan Z number.

$$Z = \Delta^{(2/3)} + 2hB + 0,1A$$

ref : Buku Ship Outfitting

Dimana
:

Z	=	Z		
		Number		
		Moulded		
Δ	=	Displacement	=	39.2182 ton
h	=	Freeboard	=	0.17 m
B	=	Lebar	=	3.40 m
A	=	Luasan di atas sarat		
		Luasan deck	=	43.851 m ²
		Luasan atap	=	16.9173 m ²
		Luasan total	=	60.7682 m ²
Z	=	18.7533		

Table 18.2 Anchor, Chain Cables and Ropes

No. for Reg.	Equipment numeral Z ₁ or Z ₂	Stockless anchor			
		Bower anchor		Stream anchor	B
		Num-ber ¹⁾	Mass per anchor	Total length	
			[kg]	[m]	[m]
1	2	3	4	5	6
101	up to 50	2	120	40	165
102	50 - 70	2	180	60	220
103	70 - 90	2	240	80	220
104	90 - 110	2	300	100	247,5

Dari katalog jangkar di BKI vol.2 tahun 2009, dapat ditentukan berat dan jumlah jangkar

dengan Z number 20.836 yakni

:

Jumlah = 2 unit

Berat

min = 40 kg

Sementara itu dari website http://www.alibaba.com/product-detail/Boat-Yacht-Ship-Buoy-SS316-Stainless_360942375.html didapatkan jangkar dengan spesifikasi sebagai berikut:



Stainless steel 4 Fluke Anchor

Quick Details

Material: Stainless Steel

Design: Bruce Anchor

Certification: LR

Weight (kg): < 1000kg

Weight: 5KG-200KGS

Finish: Surface Polish

Cert.: CCS, ABS, LR, GL, NK, RS, DNV, KR, BV, RINA Main Used: Yacht, Sailing ship, Fishing boat

Maka, jangkar yang dipilih dengan ialah

:

Berat = 50 kg

jumlah = 2 unit

Berat

total = 100 kg

2. Pintu



[+ Tambahkan ke keranjang](#)

CABIN DOOR (Pintu Interior Kapal)

Harga	≥ 1
	on call
Min Pembelian	0
Satuan	
Update Terakhir	09/01/2016
Formulir Pemesanan	
Jumlah	0
Pesan	

Jumlah	=	6 unit
Massa Jenis	=	650 kg/m ³
Panjang	=	0.6 m
Tebal	=	0.02 m
Lebar	=	1.7 m

Volume	=	0.0204 m ³
Berat	=	13.26 kg
Berat Total	=	79.56 kg

3. Pintu Kedap



Handle Toggle



1 Action 6 Clip Dog

Jumlah	=	1 unit
Massa Jenis	=	2700 kg/m ³

Panjang	=	0.7	m
Tebal	=	0.006	m
Lebar	=	1.7	m
Volume	=	0.00714	m ³
Berat	=	19.278	kg
Berat Total	=	19.278	kg

4. Jendela



[+ Tambahkan ke keranjang](#)

MARINE WINDOWS (Jendela kapal)

Harga	≥ 1 Unit
	on call (sesuai ukuran & permintaan)
Min Pembelian	1
Satuan	Unit
Update Terakhir	11/01/2016
Formulir Pemesanan	
Jumlah	<input type="text" value="1"/> Unit
Pesan	<div></div>

Jumlah	=	15	unit
Massa Jenis	=	2579	kg/m ³
Panjang	=	0.4	m
Tebal	=	0.005	m

Lebar	=	0.6	m
Volume	=	0.0012	m ³
Berat	=	3.0948	kg
Berat Total	=	46.422	kg

5. Side Scuttle



[+ Tambahkan ke keranjang](#)

SIDE SCUTLLE

Harga	≥ 1 Unit
	on call
Min Pembelian	1
Satuan	Unit
Update Terakhir	09/01/2016
Formulir Pemesanan	
Jumlah	<input type="text" value="1"/> Unit
Pesan	<div></div>

Volume	=	0.00063	m ³
Berat	=	1.61961	kg
Berat Total	=	3.23922	kg

6. Kursi

KURSI KAPAL

Kursi Nahkoda

1. Lebar dudukan 45cm
2. Beklet MB-Tech
3. Warna sesuai permintaan
4. Reclining Back
5. Armrest hidup kanan-kiri
6. Sliding maju-mundur
7. Rotari 360 derajat / 90 derajat
8. Pijakan kaki
9. Naik-turun elektrik / manual
10. Support plat aluminium / baja



Jumlah pintu	=	2	unit
Berat	=	3	kg
Berat Total	=	6	kg

7. Tali tambat



Jumlah	=	3 unit
Berat	=	2 kg
Berat Total	=	6 kg

5. Zinc Anode



Jumlah	=	6 unit
Berat	=	2 kg
Berat Total	=	12 kg

3. Peralatan Navigasi dan Perlengkapan Lainnya

Belum ditemukan formula tentang perhitungan peralatan navigasi,

sehingga beratnya diasumsikan sebesar = 100 kg

Hold Capacity Calculation

Lecture of Ship Design and Ship Theory : Herald Poehls

Input Data :

Lpp =	14.70	m
Lwl =	15.288	m
B =	3.40	m
H =	1.30	m
T =	1.13	m
Cb =	0.68	

• Perhitungan camber

$$\begin{aligned}\text{Camber (C)} &= 0.068 \quad \text{m} \\ \text{Cm} = 2/3 * \text{C} &= 0.045\end{aligned}$$

• Perhitungan Sheer

$$\begin{aligned}\text{Sa} &= 0.373 \quad \text{m} & 1.673 \\ \text{Sf} &= 0.745 \quad \text{m} & 2.045 \\ \text{Sm} &= 0.186 \quad \text{m} & 1.486 \\ \text{D}' = \text{D} + \text{Cm} + \text{Sm} &= 1.532 \quad \text{m}\end{aligned}$$

• Perhitungan Cb Deck

$$\begin{aligned}\text{Section} &= \text{U section} \\ c &= 0.3 \\ \text{Cb Deck} &= \text{Cb} + c(\text{D}/\text{T} - 1) \cdot (1 - \text{Cb}) \\ &= 0.689794\end{aligned}$$

• Perhitungan Vh

$$\begin{aligned}V & \\ h & \text{ total volume kapal di bawah upper deck} \\ & = \\ & \text{dan diantara perpendicular [m3]} \\ V & \\ h & \text{ Cb}_{\text{deck}} \cdot L \cdot B \cdot D' = 52.80269 \quad \text{m}^3 \\ & =\end{aligned}$$

• Perhitungan Vu

Vu = cargo capacity yang tersedia diatas upper deck seperti hatch coaming.

Vu = Tidak ada capacity di atas deck maka nilainya = 0

HATCH WAY

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= 3.987375 \quad \text{m} & \text{hold} &= 2 \\ \text{Tinggi} &= 0.6 \quad \text{m} \\ \text{Lebar} &= 2.96 \quad \text{m} & \text{Vu} &= 14.163 \quad \text{m}^3 \\ \text{kostanta deduction of structure} &= 0.02\end{aligned}$$

• Perhitungan kamar mesin

$$\begin{aligned}\text{Lkm} &= 1 + L (\text{panjang mesin induk}) + 1 = 3.025 \quad \text{m} \\ \text{Lebar} &= 1.700 \quad \text{m} \\ \text{Tinggi} &= 1.300 \quad \text{m} \\ \text{Volume k.mesin} &= 6.685 \quad \text{m}^3\end{aligned}$$

• Ceruk buritan

$$\text{Lcb} = 5\% * L = 0.735 \quad \text{m}$$

Lebar =	1.700	m
Tinggi =	1.300	m
Volume =	0.81	m ³

• **Ceruk haluan**

Lch = 0,075*L =	1.103	m
Lebar =	1.700	m
Tinggi =	1.300	m
Volume =	1.218	m ³

VM = Vkm + Vcb + Vch =	22.879	m ³
VR = (Vh - Vm) * (1 + s) + Vu	30.522	m ³
=		

L Ruang Muat

Lrm =	9.8375	m
LCG =	8.679	m dari Ap
Vr' = VR - (Vdb - Vds - Vcf) =	30.522	m ³
VR =	30.522	m³

PERHITUNGAN GROSS TONNAGE (GT) DAN NET TONNAGE (NT)
(IMO) International Convention on Tonnage Measurement of Ship, 1969

INPUT DATA :

		Cb	0.67547
Lpp =	14.70	=	6
		Cm	
B =	3.40	=	0.833
		Cp	0.81089
H =	1.30	=	6
		Cw	0.87737
T =	1.13	=	1
Fn =	0.39		

TABEL PERHITUNGAN RUANGAN TERTUTUP YANG TERMASUK DALAM GROSS TONNAGE

No	Nama Bagian	Panjang	Lebar	Tinggi	Jumlah	Volume m ³	Volume Total m ³
1.	Lambun dibawah geladak utama						53.791
2.	Geladak Utama						48.384
	- Ruang Dapur	1.2	2.40 0	2.4	1	6.912	
	- KM/WC/Cuci	1.2	2.40 0	2.4	1	6.912	
	- Ruang Pengolahan	4.2	2.40 0	2.4	1	24.192	
	- Ruang Navigasi	1.8	2.40 0	2.4	1	10.368	
Total Volume Ruang Tertutup (V)							102.175

PERHITUNGAN GROSS TONNAGE:

Rumus: $GT = K_1 \times V$

Dimana :

$K_1 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V$
Volume ruangan tertutup dalam
V = kapal

Maka :

$0.2 + 0.02 \log$
 $K_1 = 102.175$
 $= 0.240$
 $V = 102.175$
 $GT = 0.240 \times 102.175$
 $= 25$

PERHITUNGAN NET TONNAGE:

Rumus:

$$NT = K_2 \times V_c \times \left(\frac{4d}{3D} \right)^2 + K_3 \times \left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right)$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 d &= 1.13 \text{ m (moulded draught ditengah-tengah kapal)} \\
 D &= 1.30 \text{ kapal)} \\
 &\text{orang (jumlah penumpang didalam kabin, yang tidak lebih dari 8)} \\
 N_1 &= 0 \text{ tempat tidur)} \\
 &\text{orang (jumlah penumpang yang)} \\
 N_2 &= 0 \text{ lain)} \\
 V_c &= 30.522 \text{ m}^3 \text{ (volume total dari ruang muat untuk muatan dan penumpang)} \\
 K_2 &= 0.2 + 0.02 \text{ Log } V_c \\
 &= 0.2 + 0.02 \text{ Log } 30.522 \\
 &= 0.230 \\
 K_3 &= 1.25 \times (GT + 10000) / 10000 \\
 &= 1.25 \times (24.541 + 10000) / 10000 \\
 &= 1.253
 \end{aligned}$$

TABEL PERHITUNGAN RUANGAN TERTUTUP YANG TERMASUK DALAM NET TONNAGE

No	Nama Bagian					Volume m ³	Total m ³
1	Ruang Muat 1					30.5223	
2	Ruang Muat 2					20	
Total Volume Ruang Muat (V)							30.522

Maka :

$$\begin{aligned}
 NT &= 0.230 \times 30.522 \times ((4 \times 1.13333357373702) / (3 \times 1.3))^2 + 1.253 \times (0 + (0/10)) \\
 &= 9
 \end{aligned}$$

=> Syarat

$$\begin{aligned}
 &\bullet \quad K_2 \cdot V_{rr} \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H}\right)^2 \geq \frac{0.25}{GT} \\
 &\quad 9.473 \geq 6.135
 \end{aligned}$$

Diterima

$$\begin{aligned}
 &\bullet \quad NT \geq \frac{0.30}{GT} \\
 &\quad 9.47 \geq 7.362
 \end{aligned}$$

Diterima

Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan		
Jumlah crew kapal	6	persons
Berat crew kapal	75	kg/persons
Berat barang bawaan	25	kg/persons
Berat total crew kapal	450	kg
Berat total barang bawaan crew kapal	150	kg
Berat total	600	kg
	0.600	ton
Berat bahan bakar	221.848	kg
Berat Air Tawar		
Berat Air Tawar ABK	120	kg
Berat Air cooling	326.304	kg
Berat total	446.304	kg
	446.304	kg
Berat Sewage	669.456	kg
Berat Provision	20.000	kg
Berat Minyak Pelumas	6.655	kg
Berat Sisa Pengolahan	6600.000	kg
Berat Es	0.027	ton

Chapter 11 Parametric Design : Michael G. Parsons
Lecture of Ship Design and Ship Theory : Herald Poehls]

L =	14.700	m	Vs =	4.827114	m/s	9.38	knots	17.379111	km/jam	Lama trip	15.27878	jam
B =	3.400	m	PB =	48	kW	65	HP			Baginda Budiman Ritonga		
H =	1.300	m		65.2608	HP					Analisis Sistem Usaha Perikanan Gillnet		
T =	1.133	m								Millenium di Karangsong, Kabupaten Indramayu		

$$\vdots$$

C _{C&E} =	0.1 ton/person	KG crew	2.15 m
W _{C&E} =	0.6 ton	LCG crew	7.35 m dari AP

[illegible]

W _{LO} =	0.03*Fuel oil Weight							
=	0.006655	ton	6.65544	Kg	Lfo	0.6	KG	0.05
V _{LO} =	0.008	m3	7.69072	dm3	Hfo	0.1	LCG	5.26 m dari AP

Bfo	0.1282	0.06
Vfo	0.0077	

• Fresh Water

range =	6	mil laut	Wfw for cooling	5 kg/hp
Vs =	9.383969309	knot		326 kg
day =	1		Lfw	1.2 m
W _{FW Tot} =	0.02	ton/(person.day)	H	0.5 m
=	0.446304	ton	B	0.773594 m
ρ _{fw} =	1	ton/m3	V=	0.464156 m3
V _{FW} =	0.46415616	m3	KG	0.25
	464.15616	dm3	LCG=	6.16 m dari AP

• Provision and Store

W _{PR} =	0.02	ton	
=	0.02	ton	20 Kg
KG	1.8	m	
LCG	2	m dari AP	

KG Total	1.1190864	m
LCG Total	6.3332867	m dari AP

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Muatan		
	Ruang Muat	30.52231949	m ³
	Masa jenis	550	kg/m ³
	Ruang Muat	16500	kg
	Berat total	16500	kg
		16.500	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan		
	Jumlah crew kapal	6	persons
	Berat crew kapal	75	kg/persons
	Berat barang bawaan	25	kg/persons
	Berat total crew kapal	450	kg
	Berat total barang bawaan crew kapal	150	kg
	Berat total	600	kg
		0.600	ton
3	Berat bahan bakar	221.848	kg
4	Berat Air Tawar		
	Berat Air Tawar ABK	120	kg
	Berat Air cooling	326.304	kg
	Berat total	446.304	kg
		446.304	kg
5	Berat Sewage	669.456	kg
6	Berat Provision	20.000	kg
7	Berat Minyak Pelumas	6.655	kg
8	Berat Sisa Pengolahan	6600.000	kg
9	Berat Es	0.027	ton

Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Muatan	16.500	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	0.600	ton
3	Berat bahan bakar	0.222	ton
4	Berat Air tawar	0.446	ton
5	Berat Sewage	0.669	ton
6	Berat Provision	0.200	ton

7	Berat Minyak Pelumas	0.007	ton
8	Berat Sisa Pengolahan	6.600	ton
9	Berat Es	0.027	ton
Total		25.272	ton

Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal		
	Luas lambung	78645000	mm ²
		78.645	m ²
	Total luasan lambung kapal	78.645	m ²
	Tebal pelat lambung	7	mm
		0.007	m
	Volume shell plate = luas x tebal	0.551	m ³
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	4321.543	kg
		4.322	ton

2	Berat Geladak (deck) Kapal		
	Total luasan geladak kapal	49980000.000	mm ²
	Total luasan geladak kapal	49.980	m ²
	Tebal pelat geladak	6	mm
		0.006	m
	Volume shell plate = luas x tebal	0.300	m ³
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	2354.058	kg
		2.354	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal		
	<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat baja lambung kapal (diambil 25%)</i>		
	Berat baja lambung + geladak kapal	6.676	ton
	20% dari berat baja kapal	1.335	ton
	Berat Konstruksi Total	1.335	ton
5	Equipment & Outfitting		

Jangkar	100.000	kg
Pintu	79.560	kg
Pintu kedap	19.278	kg
Jendela	46.422	kg
Side Scuttle	3.239	kg
Kursi	6	kg
Tali Tambat	6	kg
Zinc Anode	12	kg
Peralatan Navigasi	100	kg
Berat Total	272.499	kg
	0.272	ton

6	Berat Atap Kapal		
	Luas atap kapal	20160000	mm ²
		20.160	m ²
	Total luasan atap kapal	20.160	m ²
	Tebal pelat atap kapal	6	mm
		0.006	m
	Volume shell plate = luas x tebal	0.121	m ³
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	949.536	kg
		0.950	ton
7	Berat Mesin		
	Berat Total	235.000	kg
		0.235	ton
8	Berat bangunan atas		
	Ruang Dapur		
	Bagian belakang & depan	11.520	m2
	Samping	5.76	m2
	Ruang KM/WC/Cuci		
	Bagian belakang & depan	11.52	m2
	Samping	5.76	m2
	Ruang Pengolahan		
	Bagian belakang & depan	11.52	m2
	Samping	20.160	m2

	Ruang Navigasi		
	Bagian belakang & depan	11.520	m²
	Samping	8.640	m ²
	Total Luasan	86.400	m ²
	Tebal pelat bangunan atas	6.000	mm
		0.006	m
	Volume shell plate = luas x tebal	0.518	m ³
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm ³
		7850	kg/m ³
	Berat Total	4069.440	kg
		4.069	ton

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal	4.322	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal	2.354	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	1.335	ton
5	Equipment & Outfitting	0.272	
6	Berat Atap Kapal	0.950	ton
7	Berat Mesin	0.235	ton
8	Berat bangunan atas	4.069	ton
Total		13.537	ton

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	25.272	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	13.537	ton
Total		38.809	ton

WEIGHT RECAPITULATION

LWT + DWT

No	Item		Value	Unit
1	LWT	=	13.537	ton
2	DWT	=	25.272	ton
	Total		38.809	

Displacement

$$\Delta = 40.787 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih} &= 1.978 \text{ ton} \\ &4.85 \% \end{aligned}$$

Center of Gravity Calculation

Parametric Design Chapter 11

TITIK BERAT BAJA

item	value	unit
Berat baja	13.0296969	ton
CBD	0.689793556	
KG	0.613351966	m
LCG	6.50	from AP
LCG	-0.855	m from midship
LCG	-8.20	m from FP

TITIK BERAT E&O

item	value	unit
berat E&O	0.272	ton
KG	2.550	m
LCG	0.147	m dari AP

TITIK BERAT PAYLOAD DAN SISA PENGOLAHAN

berat payload	23.12747009	ton
KG	0.65	m
LCG	8.68	m dari AP

TITI BERAT PERMESINAN

Berat permesinan	0.24	ton
KG	0.46	m
LCG	2.25	m dari AP

TITIK BERAT CREW AND CONSUMABLE

Berat crew and cons	2.144263271	ton
KG	1.119086366	
LCG	6.333286671	

TITIK BERAT BERAT CADANGAN

berat cadangan	1.978033171	ton
KG	2.5955	m
LCG	8.68	m dari FP

TITIK BERAT GABUNGAN

item	value	units
total berat	40.7869626529361	ton
KG	0.768874234	m
LCG	7.763847833	m dari AP

Perhitungan Freeboard

NCVS

Lo =	14.70	Cb =	0.6754764
Ho =	1.30	Cm =	0.833
Bo =	3.40	Cwp =	0.8773706
To =	1.13	Cp =	0.810896

PERHITUNGAN :

Kapal ikan merupakan kapal dengan panjang kurang dari 24 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul tidak dapat menggunakan ketentuan *Internasional Convention on Load Lines (ICLL)* 1966. Oleh sebab itu, perhitungan lambung timbul kapal ikan menggunakan aturan *Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged*.

1. Tipe Kapal

(*NCVS*) *Indonesian Flagged* - Chapter 6 Section 5.1.2 menyebutkan bahwa :

Kapal Tipe A adalah :

- a. Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah cair
- b. Kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka.
- c. Kapal yang memiliki tingkat keselamatan yang tinggi terhadap banjir.

Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A.

Sehingga kapal Ikan termasuk kapal **Tipe B**

2. Lambung Timbul Standar (Fb_1)

Fb_1	=	0,8 L	cm	Untuk kapal dengan L < 50 m
Fb_1	=	11.76	cm	
	=	0.1176	m	

II. Lambung Timbul Awal (fb) untuk kapal Type B
 $fb = 0,8 L$ cm, untuk L sampai dengan 50 m
 $fb = (L/10)^2 + (L/10) + 10$ cm, untuk L lebih dari 50 m
 Catatan : L adalah panjang kapal dalam meter

Koreksi

1. Koefisien Block

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan $C_B > 0.68$

C_B	=	0.6755	Tidak ada koreksi
-------	---	--------	-------------------

2. Depth (D)

$L/15$	=	0.98
--------	---	------

$$D = 1.13 \text{ m}$$

jika, $D < L/15$; tidak ada koreksi

jika, $D > L/15$; lambung timbul standar ditambah dengan 20 ($D - L/15$) cm

$$\begin{aligned} D &> L/15 && \text{maka,} \\ \text{Koreksi} &= 20 (D - L/15) \\ &= 3.06667 \text{ cm} && = 0.030667 \text{ m} \\ &&& = 0.030667 \end{aligned}$$

4 Koreksi Lengkung

$$\begin{aligned} B &= 0.125 L && = 0.018375 \text{ m} \\ &1/6(2.5(L+30)-100(Sf+Sa)(0.75- \\ A &= S/2L)) && = 10.72428 \text{ m} \\ \text{karena } A > 0 \text{ dan } |A| > B \text{ koreksi di tetapkan} &&& = -0.01838 \text{ m} \end{aligned}$$

Total Lambung Timbul

$$\begin{aligned} F_b' &= 0.1666 \\ \text{lambung timbul minimum} \\ &= 0.1666 \end{aligned}$$

Batasan

1. Lambung Timbul Sebenarnya

$$\begin{aligned} F_b &= H - T \\ &= 0.17 \text{ m} \end{aligned}$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total

Trim Calculation

Chapter 11 Parametric Design , Michael G. Parsons

Input Data :

L_{PP}	=	14.70 m
B	=	3.40 m
T	=	1.13 m
C_M	=	0.833
C_B	=	0.67548
C_{WP}	=	0.87737
∇	=	39.7922 m ³
KG	=	0.76887 m
$LCG_{LWT AP}$	=	7.76385 m
$LCB_{\text{dari AP}}$	=	6.64523 m

Perhitungan :

Sifat Hidrostatik

1. KB

$$KB/T = 0.9 - 0.3 \cdot C_M - 0.1 \cdot C_B$$

Parametric Ship Design hal. 11 - 18

$$= 0.58255$$

$$KB = 0.66023 \text{ m}$$

2. BM_T

$$C_I = 0.1216 \cdot C_{WP} - 0.041$$

Transverse Inertia Coefficient
Parametric Ship Design hal. 11 - 19

$$= 0.06569$$

$$I_T = C_I \cdot L_{PP} \cdot B^3$$

$$= 37.9526 \text{ m}^4$$

$$BM_T = I_T / \nabla \quad ; \text{jarak } B \text{ dan } M \text{ secara melintang}$$

$$= 0.95377 \text{ m}$$

3. BM_L

$$C_{IL} = 0.350 \cdot C_{WP}^2 - 0.405 \cdot C_{WP} + 0.146$$

Longitudinal Inertia Coefficient

$$= 0.06009$$

$$I_L = C_{IL} \cdot L_{PP}^3 \cdot B$$

$$= 648.957 \text{ m}^4$$

$$BM_L = I_L / \nabla \quad ; \text{jarak } B \text{ dan } M \text{ secara melintang}$$

$$= 16.3087 \text{ m}$$

4. GM_L

$$= KB + BM_L - KG$$

$$= 19.845$$

5. Trim

$$= \frac{((LCG - LCB) \cdot L_{PP})}{GM_L} \quad ; \text{Parametric Ship Design hal 11 - 27}$$

$$= 0.8286 \text{ m}$$

Kondisi Trim

Trim Buritan

6. Batasan Trim

$$\Delta (LCG - LCB)$$

$$= 1.11861$$

$$0.1 \cdot L_{PP}$$

$$= 1.47$$

Kondisi Batasan Trim

Diterima

Stability Calculation

Manning Methode (1965) and IMO Resolution A. 749 (18)

Input Data :

weight =	long ton		
Length =	feet		
1 feet =	0.3048	m	
L =	48.23	ft	
B =	11.15	ft	
			(maximum waterline breadth = B)
Bw =	11.15	ft	
H (sarat) =	3.72	ft	
D_M (Depth) =	4.27	ft	
S_F =	2.44	ft	
S_A =	1.22	ft	
D₀ =	Δ (ton)/1.016		
=	40.14	long ton	
L_d =	length of superstructure which extend to sides of ship		
=	0.00	ft	
d =	7.87	ft	
C_B =	0.675		
C_W =	0.877		
C_x =	midship section coefficient at draft H = Cm		
=	0.833		

Perhitungan :

Perhitungan

Awal

C_{PV} =	vertical prismatic coff. = C_b/C_w
=	0.770
A₀ =	area of waterline plan at designed draft = $L \cdot B_w \cdot C_w$
=	414.18
A_M =	area of immersed midship section = $B \cdot H \cdot C_x$
=	34.55
S =	Mean Sheer: $(L_d \cdot d) + (0.5 \cdot L \cdot (S_F/3)) + (0.5 \cdot L \cdot (S_A/3))$
=	29.47
A₂ =	area of vertical centerline plane to depth D = $(0.98 \cdot L \cdot D_M) + S$
=	231.055
D =	Mean Depth : $(S/L) + D_M$
=	4.88
F =	mean freeboard = $D - T$
=	1.158
A₁ =	area of waterline plane at depth D maybe estimate from A ₀ and nature of stations above waterline = $1.01 \cdot A_0$
=	418.33

Perhitungan Koefisien GZ

$$\Delta_T = \Delta_0 + \left(\left(\frac{A_0 + A_1}{2} \right) \cdot \left(\frac{F}{35} \right) \right)$$

$$= 53.92$$

$$\delta = \frac{\Delta_T}{2 - \Delta_0}$$

$$= -13.19$$

$$C_W' = \frac{A_2}{L \cdot D}$$

$$= 0.983$$

$$C_X' = \frac{AM - (B \cdot F)}{B \cdot D}$$

$$= -0.159$$

$$C_{PV}' = \frac{35 \cdot \Delta_T}{A_1 \cdot B}$$

$$= 0.925$$

$$C_{PV}'' = \frac{35 \cdot \Delta_T}{A_2 \cdot B}$$

$$= 0.732$$

$$C_W'' = C_W' - \frac{(140 \cdot d) \cdot (1 - C_{PV}'')}{B \cdot D \cdot L}$$

$$= 1.171$$

$$f_0 = \frac{H \cdot \left[\left(\frac{A_1}{A_0} \right) - 1 \right]}{2 \cdot F \cdot (1 - C_{PV}')} = 0.070$$

$$f_1 = \frac{H \cdot \left[1 - \left(\frac{A_0}{A_1} \right) \right]}{2 \cdot F \cdot (1 - C_{PV}')} = 0.278$$

$$f_2 = \begin{cases} \text{jika } C_X' \geq 0.89, \text{ maka } = 9.1 \cdot (C_X' - 0.342), \\ = 0 \end{cases}$$

$$KG = C_{KG} D_M = 0.33$$

jika
tidak =
0

• factor h1

$$f(=0) = 0.471$$

$$f(=0.5) = 0.478$$

$$f(=1) = 0.484$$

$$h1 = \text{untuk } h1, h0 \text{ dan } h2$$

$$\text{jika } 0 \leq f1 \leq 0.5, \text{ maka } = (f=0) + [(f1-0/0.5-0)] \cdot ((f=0.5)-$$

$$\begin{aligned}
 & (f=0)) \\
 & \text{jika tidak} = (f=0.5) + [(f1-0.5)/(1-0.5)] * (f=1) - f=0.5) \\
 & = 0.475 \\
 KG' &= (D(1-h1)\Delta T - \delta)/(2\Delta 0) \\
 &= 1.88 \\
 GG' &= (KG' - KG) \\
 &= 1.55
 \end{aligned}$$

• **factor h0**

$$\begin{aligned}
 f (=0) &= 0.421 \\
 f (=0.5) &= 0.434 \\
 f (=1) &= 0.449 \\
 h0 &= 0.423 \\
 KB_0 &= (1-h0)H \\
 &= 2.147 \\
 G'B_0 &= KG' - KB0 \\
 &= -0.263
 \end{aligned}$$

• **factor h2**

$$\begin{aligned}
 f (=0) &= 0.703 \\
 f (=0.5) &= 0.422 \\
 f (=1) &= 0.438 \\
 h2 &= 0.703 \\
 G'B_{90} &= (DT*h2*B)/4*Do - [d2/D0*(17.5/(A2-(70*d/8)*(1-CPV''))] \\
 &= 2.270 \\
 C_1 &= 0.066 \\
 BM_0 &= 3.155 \\
 CI' &= 0.123 \\
 BM_{90} &= (C1'*L*D3)/35*Do + [(Ld*d*D2)/140*Do] \\
 &= 0.489 \\
 GM_0 &= KB0 + BM0 - KG \\
 &= 4.973 \\
 G'M_0 &= KB0 + BM0 - KG' \\
 &= 3.418 \\
 b_1 &= [9*(G'B90-G'B0)/8] - [(G'M0-G'M90)/32] \\
 &= 2.688 \\
 b_2 &= (G'M0+G'M90)/8 \\
 &= 0.205 \\
 b_3 &= 3*(G'M0-G'M90)/32 - 3*(G'B90-G'B0)/8 \\
 &= -0.463
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G'M_{90} \\
 _0 &= -1.781
 \end{aligned}$$

19.1.4. Perhitungan Lengan Statis (GZ [feet])

• **Heel Angle (f)** = 0

$$\begin{aligned}
 GG' \sin 1f &= GG' * \sin((0 * PI())) / 180 \\
 &= 0.000
 \end{aligned}$$

$$b_1 \sin 2f = b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180)$$

$$= 0.000$$

$$b_2 \sin 4f = b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180)$$

$$= 0.000$$

$$b_3 \sin 6f = b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180)$$

$$= 0.000$$

$$GZ = GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f$$

$$= 0.000$$

$$\bullet \text{ Heel Angle (} f \text{)} = 5$$

$$GG' \sin 1f = GG' \sin((0 \cdot \pi)/180)$$

$$= 0.136$$

$$b_1 \sin 2f = b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180)$$

$$= 0.467$$

$$b_2 \sin 4f = b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180)$$

$$= 0.070$$

$$b_3 \sin 6f = b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180)$$

$$= -0.231$$

$$GZ = GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f$$

$$= 0.441$$

$$\bullet \text{ Heel Angle (} f \text{)} = 10$$

$$GG' \sin 1f = GG' \sin((0 \cdot \pi)/180)$$

$$= 0.270$$

$$b_1 \sin 2f = b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180)$$

$$= 0.919$$

$$b_2 \sin 4f = b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180)$$

$$= 0.132$$

$$b_3 \sin 6f = b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180)$$

$$= -0.401$$

$$GZ = GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f$$

$$= 0.920$$

$$\bullet \text{ Heel Angle (} f \text{)} = 15$$

$$GG' \sin 1f = GG' \sin((0 \cdot \pi)/180)$$

$$= 0.402$$

$$b_1 \sin 2f = b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180)$$

$$= 1.344$$

$$b_2 \sin 4f = b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180)$$

$$= 0.177$$

$$b_3 \sin 6f = b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180)$$

$$= -0.463$$

$$GZ = GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f$$

$$= 1.461$$

$$\bullet \text{ Heel Angle (} f \text{)} = 20$$

$$\begin{aligned}
GG' \sin 1f &= GG' \sin((0 \cdot \pi)/180) \\
&= 0.532 \\
b_1 \sin 2f &= b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 1.728 \\
b_2 \sin 4f &= b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 0.201 \\
b_3 \sin 6f &= b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= -0.401 \\
GZ &= GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f \\
&= 2.060
\end{aligned}$$

• Heel Angle (f) = 25

$$\begin{aligned}
GG' \sin 1f &= GG' \sin((0 \cdot \pi)/180) \\
&= 0.657 \\
b_1 \sin 2f &= b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 2.059 \\
b_2 \sin 4f &= b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 0.201 \\
b_3 \sin 6f &= b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= -0.231 \\
GZ &= GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f \\
&= 2.686
\end{aligned}$$

• Heel Angle (f) = 30

$$\begin{aligned}
GG' \sin 1f &= GG' \sin((0 \cdot \pi)/180) \\
&= 0.777 \\
b_1 \sin 2f &= b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 2.328 \\
b_2 \sin 4f &= b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 0.177 \\
b_3 \sin 6f &= b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 0.000 \\
GZ &= GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f \\
&= 3.282
\end{aligned}$$

• Heel Angle (f) = 35

$$\begin{aligned}
GG' \sin 1f &= GG' \sin((0 \cdot \pi)/180) \\
&= 0.892 \\
b_1 \sin 2f &= b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 2.526 \\
b_2 \sin 4f &= b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 0.132 \\
b_3 \sin 6f &= b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 0.231
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{GZ} &= \mathbf{GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f} \\ &= \mathbf{3.780} \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ Heel Angle (f) } = 40$$

$$\begin{aligned} \mathbf{GG' \sin 1f} &= \mathbf{GG' * \sin((0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{0.999} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{b_1 \sin 2f} &= \mathbf{b_1 * \sin((2 * 0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{2.647} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{b_2 \sin 4f} &= \mathbf{b_1 * \sin((4 * 0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{0.070} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{b_3 \sin 6f} &= \mathbf{b_1 * \sin((6 * 0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{0.401} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{GZ} &= \mathbf{GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f} \\ &= \mathbf{4.117} \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ Heel Angle (f) } = 45$$

$$\begin{aligned} \mathbf{GG' \sin 1f} &= \mathbf{GG' * \sin((0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{1.099} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{b_1 \sin 2f} &= \mathbf{b_1 * \sin((2 * 0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{2.688} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{b_2 \sin 4f} &= \mathbf{b_1 * \sin((4 * 0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{0.000} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{b_3 \sin 6f} &= \mathbf{b_1 * \sin((6 * 0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{0.463} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{GZ} &= \mathbf{GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f} \\ &= \mathbf{4.250} \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ Heel Angle (f) } = 50$$

$$\begin{aligned} \mathbf{GG' \sin 1f} &= \mathbf{GG' * \sin((0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{1.191} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{b_1 \sin 2f} &= \mathbf{b_1 * \sin((2 * 0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{2.647} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{b_2 \sin 4f} &= \mathbf{b_1 * \sin((4 * 0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{-0.070} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{b_3 \sin 6f} &= \mathbf{b_1 * \sin((6 * 0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{0.401} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{GZ} &= \mathbf{GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f} \\ &= \mathbf{4.168} \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ Heel Angle (f) } = 55$$

$$\begin{aligned} \mathbf{GG' \sin 1f} &= \mathbf{GG' * \sin((0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{1.274} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{b_1 \sin 2f} &= \mathbf{b_1 * \sin((2 * 0 * \text{PI}()) / 180)} \\ &= \mathbf{2.526} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
b_2 \sin 4f &= b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= -0.132 \\
b_3 \sin 6f &= b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 0.231 \\
GZ &= GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f \\
&= 3.899
\end{aligned}$$

• Heel Angle (f) = 60

$$\begin{aligned}
GG' \sin 1f &= GG' \sin((0 \cdot \pi)/180) \\
&= 1.346 \\
b_1 \sin 2f &= b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 2.328 \\
b_2 \sin 4f &= b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= -0.177 \\
b_3 \sin 6f &= b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 0.000 \\
GZ &= GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f \\
&= 3.497
\end{aligned}$$

• Heel Angle (f) = 65

$$\begin{aligned}
GG' \sin 1f &= GG' \sin((0 \cdot \pi)/180) \\
&= 1.409 \\
b_1 \sin 2f &= b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 2.059 \\
b_2 \sin 4f &= b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= -0.201 \\
b_3 \sin 6f &= b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= -0.231 \\
GZ &= GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f \\
&= 3.035
\end{aligned}$$

• Heel Angle (f) = 70

$$\begin{aligned}
GG' \sin 1f &= GG' \sin((0 \cdot \pi)/180) \\
&= 1.461 \\
b_1 \sin 2f &= b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= 1.728 \\
b_2 \sin 4f &= b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= -0.201 \\
b_3 \sin 6f &= b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
&= -0.401 \\
GZ &= GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f \\
&= 2.586
\end{aligned}$$

• Heel Angle (f) = 75

$$\begin{aligned}
 GG' \sin 1f &= GG' \sin((0 \cdot \pi)/180) \\
 &= 1.502 \\
 b_1 \sin 2f &= b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
 &= 1.344 \\
 b_2 \sin 4f &= b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
 &= -0.177 \\
 b_3 \sin 6f &= b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
 &= -0.463 \\
 GZ &= GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f \\
 &= 2.206
 \end{aligned}$$

• Heel Angle (f) = 80

$$\begin{aligned}
 GG' \sin 1f &= GG' \sin((0 \cdot \pi)/180) \\
 &= 1.531 \\
 b_1 \sin 2f &= b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
 &= 0.919 \\
 b_2 \sin 4f &= b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
 &= -0.132 \\
 b_3 \sin 6f &= b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
 &= -0.401 \\
 GZ &= GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f \\
 &= 1.918
 \end{aligned}$$

• Heel Angle (f) = 85

$$\begin{aligned}
 GG' \sin 1f &= GG' \sin((0 \cdot \pi)/180) \\
 &= 1.549 \\
 b_1 \sin 2f &= b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
 &= 0.467 \\
 b_2 \sin 4f &= b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
 &= -0.070 \\
 b_3 \sin 6f &= b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
 &= -0.231 \\
 GZ &= GG' \sin 1f + b_1 \sin 2f + b_2 \sin 4f + b_3 \sin 6f \\
 &= 1.714
 \end{aligned}$$

• Heel Angle (f) = 90

$$\begin{aligned}
 GG' \sin 1f &= GG' \sin((0 \cdot \pi)/180) \\
 &= 1.555 \\
 b_1 \sin 2f &= b_1 \sin((2 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
 &= 0.000 \\
 b_2 \sin 4f &= b_1 \sin((4 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
 &= 0.000 \\
 b_3 \sin 6f &= b_1 \sin((6 \cdot 0 \cdot \pi)/180) \\
 &= 0.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{GZ} &= \text{GG}' \sin 1^\circ + b_1 \sin 2^\circ + b_2 \sin 4^\circ + b_3 \sin 6^\circ \\ &= 1.555 \end{aligned}$$

Perhitungan Lengan Dinamis (L_D [feet.rad])

(karena jarak sudut yang dibuat 5, maka dimasukkan $= 5 / (180/\pi)$)

$$\begin{aligned} \bullet \text{ h[radian]} &= 0.0873 \\ \bullet L_D &= \text{seperti simpson dari 0 - 10 derajat} \\ 10^0 &= 1/3 * h * (a + 4 * b + c) \\ &= 0.0781 \\ 20^0 &= 0.2567 \\ 30^0 &= 0.4679 \\ 40^0 &= 0.6551 \\ L_{D\text{Total}} &= 1.4577 \end{aligned}$$

REKAPITULASI PERHITUNGAN STABILITAS

unit : metric

Lengan Statis (GZ [m])

GZ

0	=	0.0000
5	=	0.1344
10	=	0.2804
15	=	0.4453
20	=	0.6279
25	=	0.8187
30	=	1.0004
35	=	1.1522
40	=	1.2548
45	=	1.2953
50	=	1.2706
55	=	1.1884
60	=	1.0658
65	=	0.9251
70	=	0.7884
75	=	0.6723
80	=	0.5847
85	=	0.5225
90	=	0.4739

Lengan Dinamis (L_D [m.rad])

L_D

10	=	0.0238
----	---	--------

20	=	0.0782
30	=	0.1426
40	=	0.1997
L_DTotal		= 0.4443

Sudut Maksimum

Gz max = nilai maksimum GZ dari semua sudut 0-90
= 1.295

Kolom ke- (nilai terbesar tersebut pada kolom ke berapa)
= 10

Heel at Gz max (pada sudut heel berapa)
= 45

Titik

X1	=	40
X2	=	45
X3	=	50
Y1	=	1.2548
Y2	=	1.2953
Y3	=	1.2706

Hasil perkalian matriks

a	=	-1.417
b	=	0.119
c	=	-0.001

qmax [X°]

= 46

Batasan Stabilitas Menurut IMO Resolution A. 749 (18)

Input data :

e [m . rad]	GZ 30° =	3.2821	
30° = 0.143		Θmax [X°] =	46
40° = 0.200	GM ⁰ =	[feet] =	4.972784
30° - 40° = 0.057		[m] =	1.515705

Perhitungan :

• Kriteria IMO Regulation A. 749 (18)

$e_{0,30}^{\circ} \geq 0.055$	=	Accepted
$e_{0,40}^{\circ} \geq 0.09$	=	Accepted
$e_{30,40}^{\circ} \geq 0.03$	=	Accepted
$h_{30}^{\circ} \geq 0.2$	=	Accepted
$\phi_{max} \geq 25^{\circ}$	=	Accepted
$GM^0 \geq 0.15$	=	Accepted
Status	=	OK

Building Cost Calculation

(Reference : Practical Ship Design, D.G.M. Watson)

Input :

A. Biaya Pembangunan Kapal

Rekapitulasi Berat :

Input Data:

Berat Baja	Wst=	13.03	Ton
Berat Perlengkapan	Weo=	0.27	Ton
Berat Machinery Plan	Wm=	0.24	Ton

Perhitungan :

1) Structural Cost

Pst =	Wst x Cst		
Cst=	3,967	\$/Ton	
Maka, Pst=	51,689.33	\$	
Rp.	671,961,269		

2) Outfitting Cost

Peo =	Weo x Ceo		
Weo=	18,440	\$/Ton	
Maka, Peo=	5,024.83	\$	
Rp.	65,322,816.77		

3) Machinery Cost

Pm =	Wm x Cm		
Wm=	20,014	\$/Ton	
Maka, Pm=	4,703.33	\$	
Rp.	61,143,288.03		
Total	798,427,373.33		

Hasil Regresi :

Structural Cost

$$Y = aX^4 + bX^3 + cX^2 + dX + e$$

$$a = 0.0000000000$$

$$b = -0.0000000011$$

$$c = 0.0000297990$$

$$d = -0.3899111919$$

$$e = 3972.1153341357$$

Machinery Cost

$$Y = aX^4 + bX^3 + cX^2 + dX + e$$

$$a = -0.0000000001$$

$$b = -0.0000002814$$

$$c = 0.0041959716$$

$$d = -11.6043551506$$

$$e = 20016.8963585246$$

Outfit Cost

$$Y = aX^4 + bX^3 + cX^2 + dX + e$$

$$a = 0$$

$$b = -0.0000001095$$

$$c = 0.0004870798$$

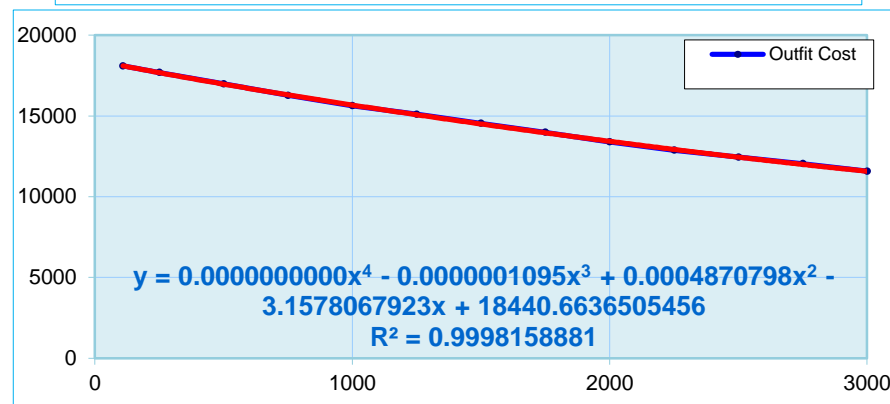
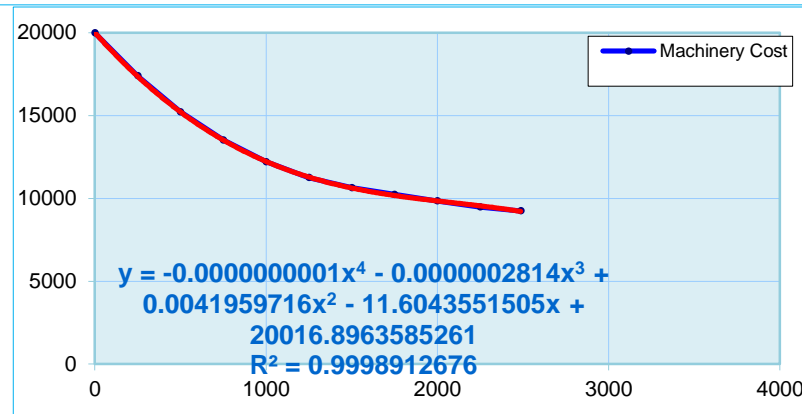
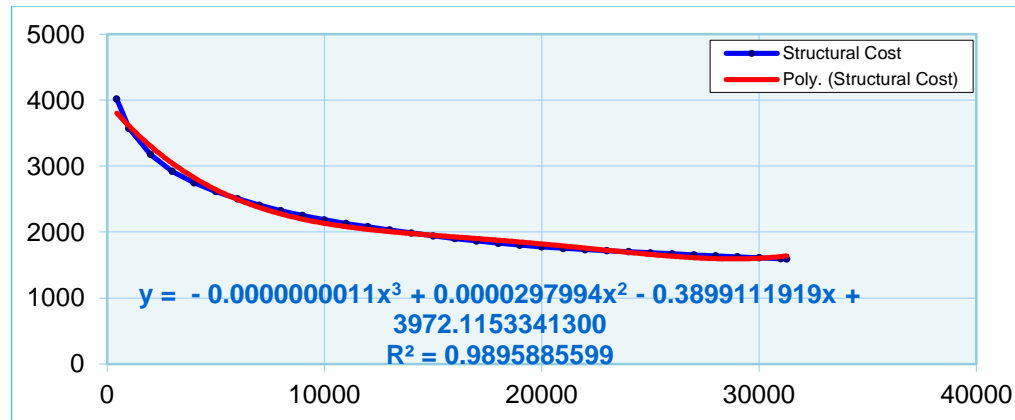
$$d = -3.1578067922$$

$$e = 18440.6636505112$$

Curve of Regretion Structural Cost, Machinery Cost & Outfit Cost

[Adapted from : Practical Ship Desgn , David G. M. Watson]

Structural Cost		Machinery Cost		Outfit Cost	
X	Y	X	Y	X	Y
446.11	4016.441	0.00	19999.998	108.512	18095.879
1000	3573.251	250	17404.864	250	17691.549
2000	3177.978	500	15223.740	500	16989.057
3000	2920.543	750	13526.948	750	16278.670
4000	2747.847	1000	12207.742	1000	15634.406
5000	2615.739	1250	11254.785	1250	15106.225
6000	2504.969	1500	10651.590	1500	14539.627
7000	2409.150	1750	10236.659	1750	13984.849
8000	2324.653	2000	9849.905	2000	13396.412
9000	2250.496	2250	9481.228	2250	12875.384
10000	2186.169	2486.794	9246.100	2500	12456.512
11000	2130.366			2750	12042.495
12000	2080.288			3000	11581.376
13000	2033.178			3106.808	11388.140
14000	1987.390				
15000	1943.498				
16000	1902.357				
17000	1864.790				
18000	1831.242				
19000	1801.637				
20000	1775.868				
21000	1753.819				
22000	1734.882				
23000	1717.950				
24000	1701.906				
25000	1685.992				
26000	1670.219				
27000	1654.697				
28000	1639.537				
29000	1624.807				
30000	1610.403				
31000	1596.181				
31275.6	1592.275				



Biaya Operasional= Fixed Cost+Variable Cost

Fixed Cost

Biaya Maintenance, reparasi dan penggantian. Menurut I Ketut Astawa, BPPT 1997 besarnya biaya ini adalah 5% dari investasi awal per tahun

Biaya Maintenance=	39,921,368.67	/tahun
	109,373.61	/hari

Biaya Asuransi. Menurut I Ketut Astawa, BPPT 1997 besarnya biaya asuransi adalah 1% dari biaya investasi awal per tahun

biaya asuransi=	7,984,273.73	/tahun
	21,874.72	/hari

Gaji, Tunjangan dan Kesejahteraan ABK. Menurut situs gajiumr.com, 2016 besarnya UMK Kabupaten Pasuruan adalah Rp. 3.037.500,-/bulan/orang

Gaji dan Tunjangan	18225000	/bulan
	607500	/hari

Variable Cost

Biaya Bahan Bakar	1250521.221	/hari
Biaya Pelumas	57680.43727	/hari
Biaya Air Tawar	46415.616	/hari
Biaya Es batu	3296.410504	/hari
	300000	/hari

Biaya makan minum ABK

Biaya Kesehatan ABK	5000	/hari
---------------------	------	-------

Biaya Pelabuhan

Biaya Jasa Tambat	4134.375	/hari
-------------------	----------	-------

Izin kapal pengangkut ikan	1344.714763	/hari
----------------------------	-------------	-------

Total Biaya Operasional	2,407,141.11	/hari
-------------------------	--------------	-------



PEMERINTAH KOTA PASURUAN
BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH
 Jl. Sultan Agung No. 32 Telp. (0343) 424064
 PASURUAN

RENCANA TATA RUANG WILAYAH (RTRW)
KOTA PASURUAN
TAHUN 2008-2028

NOMOR PETA : 2

PETA BATAS ADMINISTRASI KOTA PASURUAN
TAHUN 2009

BATAS ADMINISTRASI

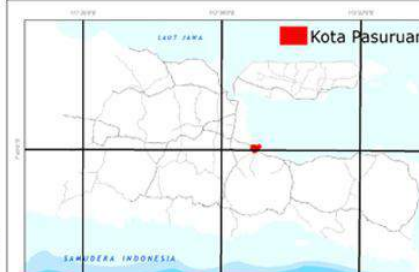
- Batas Kota
- Batas Kecamatan
- Batas Kelurahan
- Kecamatan Bugul Kidul
- Kecamatan Gadingrejo
- Kecamatan Purworejo

JARINGAN JALAN

- Jalan Arteri Primer
- Jalan Arteri Sekunder
- Jalan Kolektor Primer
- Jalan Kolektor Sekunder
- Jalan Lokal
- Jalan Lingkungan
- Rel Kereta Api

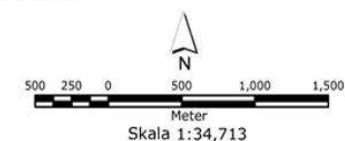
PERAIRAN

- Garis Pantai
- Sungai



SUMBER PETA :

1. Citra Satelit Quickbird, Resolusi 61cm, Perekaman Tahun 2009
2. Hasil Survey



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 02 April 1994 dan merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Putra pasangan Bapak Hari Supriyanto dan Ibu Ida Susanti ini menempuh pendidikan mulai dari TK Handayani pada tahun 1998-2000, Sekolah Dasar Negeri Pacarkeling V pada tahun 2000-2006, SMP Negeri 1 Surabaya pada tahun 2006-2009, dan SMA Negeri 2 Surabaya pada tahun 2009-2012. Setelah lulus dari jenjang SMA, penulis melanjutkan studinya ke tahap sarjana dan diterima di Jurusan Teknik Perkapalan, FTK, ITS Surabaya melalui jalur SNMPTN Tulis. Di Jurusan Teknik Perkapalan, penulis mengambil program studi Rekayasa Perkapalan yang menitik beratkan bidang keahlian pada proses desain kapal.

Selama empat tahun masa studi, penulis juga banyak terlibat dalam kegiatan kampus yang menunjang pengembangan diri di luar kemampuan akademik. Penulis pernah menjabat sebagai anggota Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknologi Kelautan pada tahun 2013-2014. Penulis juga pernah menjadi *Steering Committee* Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan pada tahun 2014-2015.. Selain mengikuti organisasi kampus, penulis juga aktif dalam kepanitiaan kegiatan-kegiatan kampus dari yang berskala Nasional, Seperti Semarak Mahasiswa Perkapalan (SAMPAN) 7 dan 8 ITS dan beberapa kegiatan kampus lainnya.

Email : dhimasdarmawanp@gmail.com